UNIVERSITÉ DE NANCY
Année 1920-1921

FACULTÉ DE PHARMACIE
N° 64

ÉTUDE COMPARÉE

DE

Quelques Caractères Physiques des Amidons

THÈSE

POUR

L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

(MENTION PHARMACIE)

présentée et soutenue le 27 Juin 1921

PAR

EDMOND BLAISE

PHARMACIEN DE 1re CLASSE
LAURÉAT DE LA FACULTÉ DE PHARMACIE
EX-PRÉPARATEUR DE PHARMACIE CHIMIQUE

Né à Saint-Michel-sur-Meurthe (Vosges), le 6 Mai 1886

Examinateurs de la Thèse..... { MM. GRÉLOT, *Président.*
HOLLANDE } *Membres du Jury.*
SEYOT..... }

IMPRIMERIE C. CUNY, SAINT-DIÉ (VOSGES)
— 1921 —

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547215_0068

UNIVERSITÉ DE NANCY
Année 1920-1921

FACULTÉ DE PHARMACIE
N° 84

ÉTUDE COMPARÉE

DE

Quelques Caractères Physiques des Amidons

THÈSE

POUR

L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

(MENTION PHARMACIE)

présentée et soutenue le 27 Juin 1921

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

PAR

EDMOND BLAISE

PHARMACIEN DE 1re CLASSE
LAURÉAT DE LA FACULTÉ DE PHARMACIE
EX-PRÉPARATEUR DE PHARMACIE CHIMIQUE

Né à Saint-Michel-sur-Meurthe (Vosges), le 6 Mai 1886.

Examinateurs de la Thèse..... { MM. GRÉLOT, *Président.*
HOLLANDE
SEYOT..... } *Membres du Jury.*

IMPRIMERIE C. CUNY, SAINT-DIÉ (VOSGES)
— 1921 —

Doyen : M. BRUNTZ, ✻, ⚕, I ✪, ⚙.
Assesseur : M. FAVREL ✻, I ✪.

Professeurs :

MM.	FAVREL, ✻, I ✪	Chimie organique.
	GRÉLOT, ✻, I ✪, ⚙	Pharmacie galénique.
	BRUNTZ, ✻, ⚕, I ✪, ⚙	Matière médicale.
	DOURIS, ✪, ⚙	Analyse chimique et Toxicologie.
	HOLLANDE, ✪	Bactériologie.
	PASTUREAU, ✻	Pharmacie chimique.
	SEYOT, ✻, ⚕, I ✪	Histoire naturelle (Botanique).

Agrégé libre :

M.	GIRARDET, I ✪ (en congé).	Chimie et Toxicologie.

Chargés de cours complémentaires :

MM.	FAVREL, ✻, I ✪	Chimie minérale et Minéralogie.
	PILLOT, I ✪	Physique.
	DOURIS, ✪, ⚙	Chimie biologique.
	GRÉLOT, ✻, I ✪, ⚙	Hydrologie et Géologie.
	HOLLANDE, ✪	Bactériologie.
	VERNIER, ✪	Hygiène.
	N	Législation.

Chefs de travaux :

MM.	CORDEBARD, ✪	Chimie, Analyse chimique et Toxicologie.
	VOGT, I ✪, chargé des travaux	Micrographie.
	GILLOT, ✪	Pharmacie.
	VERNIER, ✪	Microbiologie et Parasitologie.
	PILLOT, I ✪, chargé des travaux	Physique.

Secrétariat :

MM.	F. LAMBERT DES CILLEULS, ✻, ⚙, I ✪	Secrétaire honoraire.
	ROVEL	Secrétaire en disponibilité.
	BERTRAND, I ✪	Secrétaire.
	TRIBOLET	Commis.

La Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ni les approuver ni les improuver.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MA FEMME ET A MA MÈRE

AUX MIENS ET AMIS

INTRODUCTION

L'objet du présent travail est l'étude de quelques-unes des constantes physiques des grains d'amidon en vue de leur identification dans les drogues ou dans les poudres suspectes de mélanges frauduleux.

Dans l'analyse des farines ou des fécules, on utilise un certain nombre des caractères des grains d'amidon qu'elles renferment. Ces caractères sont : 1° La forme, la grandeur des grains, l'aspect et la position du hile ; la netteté des lamelles, leur clarté et leur direction ;

2° La température à laquelle se forme l'empois d'amidon et la consistance de ce dernier ;

3° L'apparence des grains d'amidon, lorsqu'on fait agir sur eux des réactifs chimiques, tels que l'acide chromique, le nitrate de calcium, le chloroiodure de zinc, l'acide sulfurique, et certains agents organiques, comme les diastases ;

4° L'aspect en lumière polarisée.

Mon travail est limité à l'étude de quelques caractères des grains d'amidon de quatre-vingt-cinq plantes ; il est précédé d'un historique rappelant les travaux des auteurs qui ont étudié les constantes physiques des amidons, et divisé en quatre chapitres.

Le premier chapitre est consacré à la forme et à la grandeur des grains d'amidon.

Le deuxième chapitre a pour objet l'étude du hile.

Le troisième chapitre contient un exposé de la manière dont se comportent les différents amidons en lumière polarisée, et montre qu'il y a là un élément précieux de diagnose, alors que tous les autres caractères laissent des doutes.

Le quatrième chapitre se rapporte à la densité des amidons purs. La détermination de la densité peut rendre de réels services dans l'appréciation de la pureté des amidons d'origine connue. C'est une opération qui peut, dans certains cas, suppléer à l'emploi du microscope.

Qu'il me soit permis d'adresser ici l'expression de ma reconnaissance à M. le Docteur Bruntz, Doyen de la Faculté de Pharmacie de Nancy, qui a mis à ma disposition la collection de matière médicale ; à M. le Professeur Lavialle, actuellement à Strasbourg, à qui je dois le choix de mon sujet et les conseils éclairés qu'il n'a cessé de me prodiguer au cours de mon travail ; et à M. le Professeur Seyot, qui, lui aussi, s'est beaucoup intéressé à cette étude.

ÉTUDE COMPARÉE

DE

Quelques Caractères Physiques des Amidons

HISTORIQUE

L'amidon a été l'objet de très nombreuses études.

Le premier auteur qui en décrivit les caractères purement physiques fut Raspail (1) qui, de 1825 à 1830, publia une série de recherches sur les fécules. Il mesura les dimensions, décrivit les formes de plusieurs d'entre elles, et chercha à démontrer leur structure et leur composition chimique. Un point marqué sur les grains de plusieurs fécules fut aperçu par Raspail et plusieurs micrographes ; on le nomma hile, le supposant l'indice d'une attache à la paroi de la cellule ; autour de lui, on vit, distinctement parfois, des lignes excentriques considérées comme des plis ondulés. Ce fut Raspail, encore, qui eut la première notion nette d'une structure complexe de l'amidon : il affirma que le grain d'amidon naturel était formé d'une masse gommeuse entourée d'un tégument inattaquable par l'eau et les acides à froid. Les idées de Raspail furent bientôt vérifiées par Guérin-Vary et par Chevreul.

Au point de vue optique, l'observation faite par Biot, dans le passage d'un rayon de lumière polarisée au

travers d'un gros grain de fécule, lui permit d'annoncer dans ce grain une construction régulière et des couches d'inégale densité autour d'un axe.

En 1833, Biot (1) fit paraître un mémoire sur la propriété moléculaire optique des grains d'amidon.

Dans les années qui suivirent, c'est surtout la nature chimique de l'amidon qui fut étudiée. Nægeli (8) découvrit que l'amidon était formé de deux substances de propriétés diverses, qu'il appela granulose et cellulose.

Dans son traité, Nægeli classait les grains d'après leur forme et indiquait pour chaque forme de grain les genres de végétaux qui les possédaient. Il prétendait que la structure des grains d'amidon caractérise tantôt les ordres, tantôt les genres, tantôt les espèces du règne végétal. Les observations furent continuées par le Docteur Kræmer, en 1853 (5).

Nægeli considérait aussi qu'il y a des grains simples et des grains composés, formés de nombreux grains partiels, qu'il appelait « grains de rupture ».

En poursuivant l'historique de l'étude de l'amidon, nous trouvons Rivot (12) qui étudia différents grains en lumière polarisée, et en particulier l'amidon de quelques Légumineuses.

En 1866, A. Moitessier (7) reprit l'étude des farines en se plaçant au même point de vue. Il précisa la technique opératoire, et il semble qu'il y ait apporté d'heureuses modifications. D'après lui, les apparences des grains de fécule dans la lumière polarisée subissent quelques modifications si l'on augmente ou diminue le pouvoir amplifiant du microscope. Il indiqua que le choix du liquide destiné à baigner la substance sur le porte-objet est très important, car les liquides exercent une grande influence sur l'aspect des objets suivant leur indice de réfraction. Pour les grains de fécule, les contours sont bordés d'un cercle obscur, d'autant plus large que le

pouvoir réfringent du milieu est moins grand. Le milieu le meilleur est la glycérine additionnée de son poids d'eau.

Enfin, en 1905, Sigalas (15) résuma ce qui avait été écrit sur les grains d'amidon au point de vue optique ; il attribua à Moitessier la découverte du phénomène de la croix noire ; il semble pourtant que Biot l'avait vue avant lui.

Au point de vue chimique, l'auteur qui, de nos jours, a le mieux étudié la question de l'amidon est certainement Tollens. (17) Son traité est une revue éclectique de tous les travaux antérieurs, où il les résume plus ou moins complètement.

Considérations générales sur les caractères des grains d'amidon

L'amidon se forme chez les végétaux dans des leucites spéciaux appelés amyloleucites. Sa production dans les parties vertes des plantes est en relation avec la photosynthèse. Dans les tissus dépourvus de chlorophylle, l'amidon constitue une réserve.

Une fois apparu dans les interstices du substratum albuminoïde du leucite, sous forme d'une fine granulation, le grain d'amidon s'accroît par « apposition », c'est-à-dire par adjonction de nouvelles particules amylacées à la surface du grain déjà formé, et non par « intussusception » ou interposition de particules entre les anciennes dans toute l'épaisseur du grain. Ceci provoque au centre de formation du grain qu'on appelle le hile, l'apparition de couches claires alternant avec des couches sombres. Le hile correspond à une partie sombre, tandis que la couche périphérique est claire. Cette différence d'aspect est due uniquement à une hydratation plus ou moins grande des couches, les plus sombres étant les plus riches en eau. En effet, si l'on traite un grain par un acide étendu, les couches claires disparaissent ; si au contraire on fait agir sur lui de l'alcool absolu, ce sont les couches sombres qui ne se voient plus.

On explique l'alternance des couches de la façon suivante : A l'origine, le grain se présente sous la forme d'une petite masse brillante, homogène, pauvre en eau, qui se différencie ensuite en un noyau sombre et une couche périphérique brillante. Puis se dépose une couche de substance qui se différencie à son tour en deux zones concentriques, une interne sombre, une externe claire, etc.

Indépendamment de la striation concentrique, on ob-

serve partois sur les grains d'amidon une striation radiaire due également à une différence d'hydratation. L'observation montre qu'au contact de l'eau, le grain absorbe une quantité beaucoup plus forte de ce liquide dans le sens tangentiel que dans le sens radial, ce qui provoque une tension superficielle qui va en augmentant, et dont l'effet est de distendre les portions internes et de les amener à un état moins dense, d'où formation d'une couche plus molle, plus hydratée et par suite plus sombre.

Considéré dans sa nature chimique, l'amidon est formé essentiellement de deux substances, ou plus exactement de deux variétés d'une même substance qu'on appelle amylose ; l'une est soluble dans l'eau à une température supérieure à 30° (granulose de Nægeli), tandis que l'autre résiste à l'eau bouillante et ne se dissout qu'à 136° (cellulose de Nægeli). Ces deux variétés d'amylose correspondent à la même formule centésimale $(C^{6} H^{10} O^{5})^{n}$.

La matière est unique, et d'après Syniewski, (16) toutes les différentes formes de l'amidon, insolubles ou solubles, dans des conditions différentes, peuvent être, à volonté, transformées les unes dans les autres, soit par hydrolyse, soit par déshydratation. La matière amylacée, d'après le même auteur, serait un ensemble de molécules d'amylogène, unies par des groupements alcooliques ou carbinols, avec élimination d'eau. Quand par une action hydrolysante quelconque la liaison est brisée, il se reforme des corps ayant les propriétés des alcools et ne réduisant pas la liqueur de Fehling. Si on prolonge l'hydrolyse, l'amylogène lui-même est attaqué et on obtient des corps à pouvoir réducteur possédant des groupements aldéhydiques ou cétoniques.

Les grains d'amidon, dans les plantes vivantes, sont imbibés d'eau, et par suite plus ou moins transparents. En masse et séchés, ils se présentent sous forme d'une poudre blanche. La solution iodo-iodurée les colore en

bleu-violet. Parfois, la teinte est rougeâtre ; elle est due alors à la présence d'une certaine proportion d'amylodextrine. C'est grâce au réactif iodé qu'on met en évidence les grains d'amidon dans une poudre végétale, et qu'on peut en déterminer la forme. Ce même réactif permet d'en observer les stries plus nettement, mais il faut pour cela qu'il soit très étendu, sinon la coloration est telle que le grain est bleu foncé et ne laisse voir que ses contours. Pour obtenir un bon résultat, il faut éviter de mettre le réactif directement sur l'amidon. Le mieux est d'en déposer une goutte à une très faible distance de la goutte de liquide glycériné tenant en suspension l'amidon, et d'amener le contact des deux liquides à l'aide d'une aiguille pour laisser diffuser l'iode lentement vers l'amidon.

Comme on le voit, la nature de l'amidon n'est encore qu'imparfaitement connue. Dans ce travail, l'étude est bornée à quelques constantes physiques : forme, dimension, densité, aspect en lumière polarisée, aspect du hile. Je vais maintenant envisager ces différents points de mon sujet.

CHAPITRE I^er^

FORME ET GRANDEUR

DES

GRAINS D'AMIDON

FORME DES GRAINS D'AMIDON

L'étude de la forme des grains d'amidon a été faite depuis longtemps. En 1825 déjà, Raspail et Dumas avaient déterminé la forme et les dimensions d'un grand nombre de grains. En 1838, Raspail, dans la dernière édition de son *Système de Chimie organique*, donne les figures et les dimensions des grains d'amidon des vingt plantes suivantes : pomme de terre, chara, sagou, lis des Incas, fève, igname, tulipe, pois vert, anonyme des Antilles, froment, iris, tapioca, petit millet, massette, avoine, seigle, lentille, arrow-root, orge antique, trapa.

« La forme des grains d'amidon est très variée, dit G. Haberlandt (4) et pour l'espèce qui les produit, habituelle et caractéristique. »

Il y a des grains ronds sphériques, des grains ronds hémisphériques et d'autres ronds lenticulaires, autrement dit des grains à contour arrondi et à épaisseur égale ou plus ou moins inégale. Il y en a qui sont ovoïdes ; quelques-uns sont anguleux, polyédriques par suite des pressions qu'ils exercent les uns sur les autres au cours de leur développement ; souvent aussi on les rencontre sous les formes les plus irrégulières : arrondis d'un côté, polyédriques de l'autre ; ovales piriformes, mamelonnés, en bâtonnets, en haltères.

Les grains peuvent enfin être simples ou composés. Lorsqu'un même leucite donne un seul grain, ce dernier est simple. Si au contraire plusieurs grains prennent naissance côte à côte dans un même leucite ou dans des leucites voisins, et qu'ils arrivent à se rejoindre pendant leur croissance, ils se compriment parfois au point de devenir polyédriques et finissent par ne plus former qu'un amas : on a alors un grain composé.

D'autres fois, les grains nés isolément d'abord, mais

très près les uns des autres, s'accroissent comme des grains simples ; puis, par suite du fusionnement des leucites en contact, donnent des grains demi-composés. Dans ce cas, les couches concentriques enveloppent deux ou un nombre plus grand de noyaux d'amidon distincts, eux-mêmes striés s'ils sont assez gros.

Pour représenter la forme des grains, je me suis servi d'un microscope sur lequel j'ai adapté une chambre claire, de manière à pouvoir reproduire cette forme le plus exactement possible.

Cette forme, bien qu'extrêmement variable, est suffisamment constante dans la même plante pour qu'on puisse se servir de ce caractère dans la diagnose des drogues ou des farines. Le nombre des formes faciles à définir est assez restreint ; aussi trouve-t-on de nombreuses plantes ayant des grains d'amidon possédant sensiblement la même forme extérieure.

Les formes que j'ai choisies pour classer les grains d'amidon sont les suivantes :

Sphérique.
Lenticulaire.
Ovoïde.
Allongée.
Triangulaire.
Polyédrique.
Irrégulière.

Dans chacune de ces formes, j'ai indiqué par ordre alphabétique toutes les plantes que j'ai étudiées et qui présentent de nombreux grains ayant nettement cette forme ; la même plante figure quelquefois dans plusieurs tableaux, lorsque ses grains d'amidon présentent plusieurs formes différentes. Il est souvent difficile de déterminer une forme, et le lecteur devra, pour chaque amidon, se reporter à la figure correspondante. Ces figures sont reproduites dans mon ouvrage au grossissement de 365 diamètres.

GRAINS SIMPLES

Forme sphérique

Les grains sphériques, d'après Duclaux (2), sont ceux qui se développent librement. Pour être sphériques, les grains doivent toujours se présenter avec la forme régulièrement circulaire. Des grains en disques plus ou moins aplatis ressemblent presque toujours à des grains sphériques, car ils se placent à plat dans les préparations. Pour se rendre compte s'ils sont sphériques, il faut les examiner en couche suffisamment épaisse dans un liquide en mouvement lent et d'égale densité. Les grains aplatis, en tournant sur eux-mêmes, présentent alternativement leur face aplatie et leur tranche, alors que l'aspect des sphériques reste invariable.

On trouve des grains sphériques dans les espèces suivantes :

Arachide.
Arbre à pain.
Arrow-root des Antilles.
Belladone.
Bistorte.
Bryone.
Cacao.
Cannelle de Ceylan.
Gros chiendent.
Colombo.
Grande Consoude.
Cubèbe.
Grenadier.
Hydrastis.
Ipéca.
Jalap.

Manioc.
Marron d'Inde.
Millet.
Muscade.
Orge.
Orge carrée de printemps.
Patate douce.
Podophylle.
Poivre long (punctiforme).
Poivre noir.
Ratanhia.
Raifort.
Rhubarbe.
Sagou.
Seigle.
Turbith.
Vesce.
Valériane.

Forme lenticulaire

Cette forme est très rare. Il n'est même pas très sûr que les grains où on la remarque la possèdent réellement, et il se peut très bien que ce ne soit que par écrasement que des grains primitivement sphériques soient devenus lenticulaires. Je n'ai trouvé cette forme que dans les deux plantes suivantes :

Froment.
Patience.

Forme ovoïde

Les grains qui possèdent cette forme se présentent toujours au microscope avec une coupe ovale ; j'en ai rencontré dans les plantes suivantes :

Noix d'Acajou.
Asclépiade.
Cannelle de Chine.
Fève.
Galanga.
Jalap.
Laurier.
Lentille.
Nénuphar.
Orge.
Patience.
Pomme de terre.
Quinquina rouge.
Sainfoin à 2 coupes.
Saxifrage.
Seigle.
Tormentille.

Forme allongée

Lorsque le grain possède une forme qui ne peut être classée par sa section ni dans la forme ovale, ni dans la forme ellipsoïdale, et qu'il est beaucoup plus long que large avec des contours arrondis, je l'ai fait figurer dans ce tableau. C'est une forme un peu difficile à décrire, puisqu'elle affecte des caractères assez différents d'une plante à l'autre. Dans cette série, rentrent les grains suivants :

Arrow-root des Antilles.
Arrow-root des Indes.
Banane.
Canna.
Canne de Provence.
Noix de Cola.
Curcuma.
Douce amère.
Fève.
Fougère mâle.
Galanga (en massue).
Guimauve.
Haricot (ellipsoïde).
Igname.
Iris.
Orge carrée de printemps.
Patience.
Podophylle.
Pois.
Pois chiche.
Pomme de terre.
Raifort.
Turbith.
Valériane.
Vesce.
Zédoaire.

Forme triangulaire

Cette forme est assez rare et le triangle formé a toujours les angles plus ou moins arrondis. Elle se trouve dans les plantes suivantes :

Avoine.
Cannelle de Chine.
Froment.
Réglisse.
Rhubarbe.
Tormentille.

Forme polyédrique

Lorsque dans la formation des grains, ceux-ci sont très serrés les uns contre les autres dans un même leucite, ils prennent une forme plus ou moins anguleuse, polyédrique. D'autres fois, c'est par la rupture de gros grains que cette forme prend naissance. Je l'ai observée dans les espèces suivantes :

Arrow-root des Indes
Avoine.
Cannelle de Chine *(a)*.
Châtaigne.
Cubèbe.
Grenadier.
Lentille.
Maïs.
Millet.
Muscade.
Patate douce.
Réglisse.
Riz.
Sarrasin.

(*a*) Pour la cannelle de Chine, le contact avec une faible solution de potasse donne au grain une forme polyédrique qui s'accentue par la pression.

Formes irrégulières

J'ai rangé dans cette catégorie les amidons qui ne pouvaient rentrer dans aucune des autres à cause de l'irrégularité de leurs contours. Plusieurs de ces formes sont absolument spécifiques et peuvent se définir d'un mot. Pour les autres, il sera bon d'examiner la forme sur la planche correspondante.

Aconit.
Arrow-root des Antilles (piriforme et en calotte).
Arrow-root des Indes.
Banane (en calotte).
Belladone.
Bryone (en calotte).
Cannelle de Chine (avec tubérosités).
Châtaigne.
Colombo (avec tubérosités).
Euphorbia splendens (en haltère).
Euphorbia Esula (en bâtonnet).
Galanga (en massue).
Grenadier (avec tubérosités).
Gingembre.
Igname (réniforme).
Iris.
Marron d'Inde (piriforme).
Manioc (en calotte).
Nénuphar (en ballon dégonflé).
Noix de Galle (avec tubérosités).
Patate (en calotte).
Polypode de chêne (avec tubérosités).
Rhapontic.
Sagou (en calotte).
Salsepareille.
Scolopendre.
Sorgho.
Souchet long.
Squine.

GRAINS COMPOSÉS

Il arrive assez fréquemment que plusieurs grains d'amidon, nés côte à côte dans un même leucite ou dans des leucites voisins, se rejoignent pendant leur croissance, se compriment au point de devenir polyédriques et finissent par former un amas dans lequel les grains restent accolés les uns aux autres; l'ensemble constitue un grain composé. Un grand nombre de plantes possèdent des grains de ce genre.

La forme des grains composés est généralement très irrégulière et ne peut que difficilement servir dans la reconnaissance des amidons. Cependant les grains composés sont assez régulièrement arrondis dans le Riz, et polyédriques dans le Sarrasin.

Un caractère plus important de ces grains composés est le nombre des grains partiels qu'ils renferment. Dans le tableau suivant, j'ai donné le nombre de grains partiels que renferment généralement les grains composés; la 1e colonne indique les chiffres que j'ai trouvés; dans la seconde se trouvent ceux donnés par les auteurs.

		AUTEURS			AUTEURS
Aconit	2 - 4	2 - 8	Cacao	2	2 - 3
Arachide	3	2 - 3	Cannelle Ceylan .	2 - 4	
Arbre à pain	2 - 4		Cannelle Chine ..	2 - 3	
Arrow-root Antilles	2 - 3		Châtaigne	2	
			Gros Chiendent..	2 - 4	
Asclépiade	2 - 4		Cola	2	
Avoine	2 - 3		Cubèbe		600 Naegeli
Belladone	2 - 3	2 - 4	Froment	2 - 3	
Bistorte	2		Grenadier.....	2	
Bryone	2	2 - 8	Guimauve	2	

		AUTEURS			AUTEURS
Haricot Birmanie.	2		Poivre noir ∞ ..		plus de 4000 (Naegeli)
Haricot Java	2		Pomme de terre..	2 - 3	
Igname Chine ...	2 - 4	2 - 10	Raifort	2 - 3	
Ipéca	2 - 3	2 - 30	Ratanhia	2 - 3	2 - 6
Iris	2		Réglisse	2	2 - 4
Jalap	2		Rhapontic	2	
Laurier	2 - 4		Rhubarbe	2 - 3	2 - 5
Lentille	2		Riz ∞		
Maïs ∞			Sagou	2	2 - 4
Manioc	2 - 3	2 - 8	Salsepareille	3	3 - 5
Marron d'Inde ..	2 - 3		Sarrasin ∞		
Millet	2 - 8		Seigle	2 - 5	
Muscade	2 - 8		Sorgho	2	
Nénuphar	2	2 - 8	Tormentille	2	
Patate douce	2 - 5		Turbith	2 - 5	
Podophylle	2 - 4		Valériane	2 - 4	
Poivre long ∞ ..			Vesce	2	

GRANDEUR DES GRAINS D'AMIDON

Comme la forme, la grandeur des grains d'amidon est très variée. Pour un même amidon, on en rencontre de toutes tailles. Cependant pour une même espèce ces dimensions varient dans des limites déterminées qu'il est bon de fixer.

Pour mesurer les grains, j'ai employé le même procédé qui m'a servi à déterminer leur forme. J'ai pris à la chambre claire et au grossissement de 365 diamètres, le contour des grains d'amidon, et c'est sur les dessins ainsi obtenus que j'ai déterminé ces dimensions. Ce procédé n'est peut-être pas le plus exact, mais il offre cependant une précision suffisante pour des objets de la grosseur des grains d'amidon.

Toutes les dimensions des grains ont été données en μ; j'ai toujours indiqué la dimension minima, c'est-à-dire celle des plus petits grains rencontrés dans le champ microscopique, et cela dans leur largeur la plus faible, et la dimension maxima, c'est-à-dire celle des plus gros grains dans leur plus grande largeur. Ainsi je crois qu'il était inutile de donner, comme l'ont fait certains auteurs, Naegeli en particulier, les longueurs, largeurs et épaisseurs des grains, les dimensions données par moi permettant toujours dans une analyse de fécule ou d'amidon de reconnaître si telle grandeur trouvée peut correspondre à tel amidon ou à telle fécule.

Dimensions maxima et minima

La dimension des grains a été obtenue comme je viens de le dire à l'aide de la chambre claire. J'ai dessiné pour un amidon le plus de formes caractéristiques possible, en tâchant de reproduire dans chaque planche la proportion des gros grains par rapport aux moyens et aux petits, telle qu'elle existe à peu près dans la réalité.

Les dimensions des grains sont plus importantes que les formes dans la diagnose des amidons; les premières sont en effet susceptibles de mesure et par suite il est très important de les connaître. J'ai indiqué le résultat de mes recherches dans le tableau suivant et j'ai mis entre parenthèses les chiffres donnés par Naegeli (N) et Payen (P), qui se sont occupés surtout de cette question, et cela seulement lorsque ces chiffres étaient très différents des miens.

Aconit 7-30.
Noix d'acajou 5-20.
Arachide 3-12.
Arbre à pain 2-20.
Arrow-root des Antilles 2-60 (N, 70; P, 140).
Arrow-root des Indes 10-60.
Asclépiade 3-24.
Avoine 1-30.
Banane 7-38.
Belladone 2-27.
Bistorte 3-17.
Bryone 2-14 (N, 30).
Cacao 2-19.
Canna florifère 3-18.
Canna oiseau de feu 6-56.
Canne de Provence 2-18.
Cannelle de Ceylan 1-18.
Cannelle de Chine 3-33.

Châtaigne 1-54.
Gros chiendent 3-16.
Noix de Cola 2-38.
Colombo 11-37 (N, 90 ; P, 180).
Grande Consoude 3-26.
Cubèbe 2-16 (N, 32).
Curcuma 5-30.
Douce-amère 3-10.
Euphorbia splendens 27-50 (en longueur).
Euphorbia Esula 12-38 (en longueur).
Fève 4,50 (P. 75).
Fougère mâle 1-10 (N, 17).
Froment 2-40 (P, 50).
Galanga 3-33 (N, 55).
Gingembre 3-33 (N, 45).
Grenadier 2-20.
Guimauve 3-30.
Haricot 2-50.
Haricot de Java 2-60 (P, 63).
Hydrastis 2-16.
Igname de Chine 8-50 (N, 75).
Ipéca 2-10 (N, 14-23).
Iris 9-45.
Jalap 2-38 (N, 40).
Laurier 7-20 (N, 23).
Lentille 4-60 (P, 67).
Maïs 2-45.
Manioc 1-35.
Marron d'Inde 3-40.
Millet blanc 4-14.
Noix de Galle 10-41.
Noix de muscade 6-24.
Nénuphar 2-68.
Orge 2-30 (N, 35).
Orge carrée de printemps 2-30.
Patate douce 1-41.
Patience 2-28.
Podophylle 2-27.

Pois 1-52 (N, 75).
Pois chiche 3-32.
Poivre long : infiniment petit.
Poivre noir 1-6 (N, 33).
Polypode de chêne 2-33.
Pomme de terre 5-108 (P, 185 dans la variété de Rohan).
Quinquina rouge 2-14.
Raifort 2-14.
Ratanhia 3-38 (N, 42).
Rhapontic 2-33.
Réglisse 2-20.
Rhubarbe 3-34.
Riz 1-15 (N, 25).
Sagou 1-30 (P et N, 70 ; P, 45 dans la moelle non altérée).
Sainfoin à deux coupes 2-14.
Salsepareille 6-16 (N, 23).
Sarrasin 2-20 (N, 38).
Saxifrage 2-37.
Scolopendre 5-14.
Seigle 1-66.
Sorgho 7-32.
Souchet long 4-36.
Squine 6-50 (N, 60).
Tormentille 2-30.
Turbith 2-40.
Valériane 4-22.
Vesce commune de printemps 6-55.
Zédoaire 7-77.

CHAPITRE II

ÉTUDE DU HILE

FORME ET EMPLACEMENT DU HILE

Le noyau que Raspail déjà avait aperçu et appelé hile est d'une grande importance dans la reconnaissance des grains. Sa forme et sa position varient, en effet, avec les espèces productrices. Lorsqu'il est visible, il est tantôt situé au centre du grain, tantôt à l'une des extrémités ; dans ce dernier cas, on dit qu'il est excentrique. Lorsqu'il se présente sous la forme d'un point, on dit qu'il est punctiforme. Lorsqu'il est allongé, plus ou moins linéaire, il est dit longitudinal. Enfin, il peut être éclaté en étoile.

Dans les grains arrondis, il est d'ordinaire central.

La forme du hile est caractéristique de certaines familles : Les Légumineuses, par exemple, présentent presque toujours dans les gros grains un hile longitudinal, généralement très accusé ; parfois elles ont un hile avec fentes transversales.

Dans les tableaux suivants, j'ai groupé les amidons d'après la forme ou la position de leur hile.

HILE CENTRAL

Hile punctiforme

Le hile punctiforme est celui qui a la forme d'un point plus ou moins accusé. On le rencontre dans les espèces suivantes :

Arbre à pain.
Arrow-root des Indes.
Avoine.
Belladone.
Gros chiendent.
Colombo.
Cubèbe.
Manioc.
Muscade.
Orge.
Patate douce.
Réglisse.
Rhubarbe.
Sagou.
Sarrasin.

Hile longitudinal

Le hile est longitudinal quand il apparaît sous l'aspect d'une fente allongée et plus ou moins large. Il existe sous cette forme dans :

Arrow-root des Antilles.
Avoine.
Châtaigne.
Fève.
Froment.
Haricot.
Haricot de Java.
Igname de Chine.
Lentille.
Manioc.
Marron d'Inde.
Patate.
Patience.
Orge carrée de Printemps.
Pois.
Pois chiche.
Pomme de terre.
Ratanhia.
Sagou.
Sainfoin à deux coupes.
Seigle.
Sorgho.
Squine.

Hile étoilé

Certains grains d'amidon paraissent éclatés; ils présentent à leur surface des fentes qui n'intéressent pas uniquement le hile. Ces fentes, en général, rayonnent à partir du hile proprement dit vers la périphérie du grain en formant des lignes droites ou ramifiées. Dans certains cas, ces fentes prennent l'aspect d'une étoile; c'est pourquoi on dit quelquefois que le hile est étoilé. Cette forme du hile existe dans :

Châtaigne.
Colombo.
Haricot.
Haricot de Java.
Lentille.
Maïs.
Marron d'Inde.
Nénuphar.
Patate douce.
Pomme de terre.
Ratanhia.
Sagou.
Sarrasin.
Seigle.
Squine.
Vesce commune.

HILE EXCENTRIQUE

Dans les formes précédentes, le hile est généralement au centre du grain; mais il peut se trouver rapproché de l'une de ses extrémités : il est alors excentrique. Toutes les espèces qui ont été classées dans le tableau suivant ont un hile excentrique ; celles qui n'y figurent pas, parmi les espèces que j'ai étudiées, ont généralement leur hile central.

Arrow-root des Antilles.
Banane.
Canna oiseau de feu.
Noix de cola.
Haricot.
Iris.
Laurier.
Manioc.
Marron d'Inde.
Orge.
Orge carrée de printemps.
Pomme de terre.
Sainfoin à deux coupes.
Saxifrage.
Seigle.

STRIES

Dans le chapitre de l'historique, j'ai parlé des lignes, parfois très distinctes, qu'on remarque autour du hile. Ces lignes, appelées stries, qui sont tantôt concentriques, tantôt excentriques comme des plis ondulés, sont dues en réalité à l'alternance des couches claires avec les couches sombres.

Les grains de très petite taille n'offrent pas de différenciation en couches concentriques, leur substance reste homogène. J'ai souvent constaté qu'il n'est pas toujours facile de voir les stries chez des amidons qui en ont normalement de très nettes. Le liquide dans lequel j'ai mis en suspension les grains d'amidon pour l'observation est un mélange à parties égales d'eau et de glycérine à 30°. L'expérience m'a fait remarquer qu'une solution d'iode au millième additionnée de 4 gr. d'iodure de potassium permettait de mettre les stries très bien en évidence, à la condition toutefois d'opérer délicatement dans le maniement du réactif colorant. Le meilleur procédé, à mon avis, consiste à déposer sur une lame une goutte d'eau glycérinée contenant l'amidon à examiner, puis à une très faible distance une goutte de réactif iodé, et d'amener légèrement le contact des deux liquides à l'aide d'une aiguille. De cette façon, l'iode diffuse lentement vers l'amidon, et arrive à ne le colorer que suffisamment pour le distinguer des corps étrangers. Une coloration opérée plus brutalement, au lieu d'être bleuâtre, serait bleu sombre et ne permettrait plus de voir les stries.

Lorsque le hile est central, les couches concentriques sont régulières et d'épaisseur à peu près uniforme. Quand

au contraire il est excentrique, elles s'amincissent au voisinage du noyau au point de ne plus être distinctes.

Les espèces qui figurent dans le tableau suivant sont celles où l'on remarque les stries très nettement :

Arbre à pain.
Arrow-root des Antilles.
Arrow-root des Indes.
Avoine.
Belladone.
Canna oiseau de feu.
Châtaigne.
Colombo.
Cubèbe.
Fève.
Guimauve.
Haricot.
Haricot nain de Hongrie.
Igname de Chine.
Lentille.
Manioc.
Marron d'Inde.
Orge.
Patate douce.
Patience.
Pois.
Pomme de terre.
Ratanhia.
Rhubarbe.
Sagou.
Saxifrage.
Seigle.

CHAPITRE III

EXAMEN DES GRAINS

EN

LUMIÈRE POLARISÉE

EXAMEN DES GRAINS D'AMIDON EN LUMIÈRE POLARISÉE

Les traités de physique, après l'étude de la lumière polarisée, montrent l'utilité du microscope polarisant dans la diagnose des amidons. Ils signalent que, lorsqu'on examine de l'amidon en lumière polarisée, on voit apparaître dans chaque grain une croix noire dont les branches partent du hile, et que cette propriété se manifeste à des degrés divers suivant la nature de l'amidon.

Le phénomène de la croix noire paraît avoir été découvert par Biot dès 1812. En 1833, cet auteur fit paraître un mémoire sur la propriété moléculaire optique des grains d'amidon. En 1855, Rivot étudia différents grains en lumière polarisée et en particulier l'amidon de quelques Légumineuses. En 1866, A. Moitessier reprit l'étude des farines en se plaçant au même point de vue. Enfin, en 1905, Sigalas résuma la question dans son traité de physique.

L'étude du phénomène de la croix noire dans les différents amidons n'ayant pas été faite d'une façon systématique, je l'ai entreprise ; elle m'a fourni des résultats tels qu'on peut dire que l'examen de l'amidon en lumière polarisée est un élément très important de la diagnose des amidons.

Tout microscope peut être muni d'un système polarisant. Un microscope polarisant est en effet un microscope ordinaire auquel on ajoute deux prismes de Nicol. L'un se place sous la platine, dans le tube qui reçoit les

diaphragmes, l'autre au-dessous de l'oculaire. Suivant les cas, le nicol placé sous la platine reste immobile (polariseur), et l'on fait tourner le nicol situé sous l'oculaire (analyseur), ou bien ce dernier est immobile et c'est le premier qu'on fait tourner.

Dans les deux cas, une circonférence graduée en 360° tourne devant un index et permet de mesurer l'angle sous lequel apparaît ou disparaît le phénomène.

Dans mes examens, la circonférence graduée se trouvait à la périphérie de la platine tournante de mon microscope. C'était donc le nicol inférieur qui jouait le rôle d'analyseur et le supérieur celui de polariseur.

Plus l'éclairage est puissant, plus le phénomène est facile à percevoir. J'ai toujours opéré de la même façon en adoptant la disposition suivante, très facile à réaliser (*voir figure page 65*). Je me suis servi comme source lumineuse d'un bec de gaz renversé dont les rayons traversaient une boule condensatrice à eau avant d'être reçus sur le miroir du microscope. Je mettais la graduation au 0, puis je tournais le polariseur jusqu'à obtention du maximum d'extinction. Mes observations ont été faites en chambre noire ou en me plaçant dans des conditions telles que mes préparations ne recevaient aucune lumière latérale.

Les grains d'amidon étaient placés entre lame et lamelle dans une goutte d'un mélange à parties égales d'eau et de glycérine.

On sait que dans un microscope polarisant l'extinction est obtenue lorsque les nicols sont croisés. Si à ce moment, on place un corps biréfringent entre les deux nicols, ce corps s'éclaire plus ou moins et présente souvent des colorations quelquefois très vives.

Dans ces conditions, les grains d'amidon n'offrent aucune coloration particulière, mais ils s'éclairent, sauf suivant deux bandes plus ou moins larges qui se coupent au hile, de façon à dessiner une croix sombre sur un fond éclairé.

Chaque grain observé à ce moment, en nicols croisés, présente donc une croix noire.

Si l'on fait tourner l'analyseur, on remarque que la croix noire devient de moins en moins visible à mesure que le champ s'éclaire et cesse généralement d'être perceptible avant que les plans des nicols soient parallèles.

Cependant il y a des amidons chez lesquels la croix noire est toujours visible en lumière polarisée, quelle que soit la position des nicols ; elle passe par un maximum de visibilité en nicols croisés et par un minimum en nicols parallèles.

En examinant les amidons d'une même espèce, mais de provenances différentes, j'ai constaté que la croix noire cessait d'être visible au même angle de croisement des plans de nicols. Cet angle limite est une constante physique importante à connaître. Il est indiqué dans le tableau suivant.

Les amidons ne sont pas également réfringents en lumière polarisée. Lorsqu'on examine certains amidons en extinction complète, le champ du microscope paraît très obscur malgré la visibilité des grains et la netteté du phénomène de la croix noire; pour d'autres amidons, au contraire, le champ s'éclaire comme si les particules amylacées diffractaient la lumière en tous sens.

J'ai signalé dans le même tableau suivant les amidons qui laissent le champ particulièrement sombre ou clair, ne mettant aucune remarque pour ceux qui n'exercent pas une influence spéciale sur la clarté du champ.

Noix d'acajou 30°.

Aconit 25°.

Arachide (fond obscur) 15°.

Arbre à pain (grains réfringents) 20°.

Arrow-root des Antilles (grains très réfringents, champ très net) 40° (1).

(1) Pour Rivot, la croix noire ne disparaît pas.

Arrow-root des Indes (champ clair) 25°.
Asclépiade 10°.
Avoine (champ très net, grains très réfringents) 20°.
Banane 50°.
Belladone 35°.
Bistorte 25°.
Bryone (champ très net) 30° (1).
Cacao 20°.
Canna florifère (champ très obscur) 30°.
Canna oiseau de feu (champ clair) 40°.
Canne de Provence (croix très petite, difficile à voir, champ très sombre) 10°.
Cannelle de Ceylan 20°.
Cannelle de Chine 50°.
Châtaigne (champ clair) 25°.
Gros chiendent (champ clair) 20°.
Noix de Cola (champ très net) 50°.
Colombo : la croix noire subsiste pendant toute la rotation.
Consoude (grande) 30°.
Cubèbe 20°.
Curcuma : (croix très nette) à 0° et 180°.
Douce amère 20°.
Euphorbia splendens 15°.
Fève 50°.
Fougère mâle 20°.
Froment 20° (50° après séchage à 100°).
Galanga (champ obscur) 25°.
Gingembre (champ obscur) 20°.
Grenadier (champ obscur) 20°.
Guimauve 30°.
Haricot 50°.
Haricot algérien des Charentes : la croix noire ne disparaît pas.
Haricot nain de Hongrie : la croix noire subsiste.
Haricot blanc de Birmanie : la croix noire subsiste.
Haricot rouge de Birmanie : la croix noire subsiste.
Haricot de Java : la croix ne disparaît pas.
Hydrastis (champ sombre) 20°.

(1) Pour Rivot, la croix noire ne disparaît pas.

Igname de Chine (champ très clair) 40°.

Ipéca de Rio 20°.

Iris (champ très net) 20°.

Jalap 35°.

Baies de Laurier 20°.

Lentille 50°.

Maïs 35° (50° après dessication à 100° ; sur les grains frais, la croix apparaît à 60° et pour Rivot elle ne disparaît pas).

Manioc 20°.

Marron d'Inde 35°.

Millet blanc (champ très clair) 40°.

Muscade (champ très net) 50°.

Nénuphar 40°.

Noix de Galle (champ très net) 30°.

Orge 25° (50° après séchage à 100°).

Orge carrée de printemps (champ très net) 40°.

Patate douce (champ très net) 35°.

Patience (champ obscur) 15°.

Podophylle (champ clair) 30°.

Pois 50°.

Pois chiche 25°.

Poivre long 25°.

Poivre noir : la croix est si petite qu'il est impossible d'apprécier la limite de son apparition avec précision. J'ai pu noter 25°.

Polypode de chêne 25°.

Pomme de terre : la croix noire ne disparaît pas.

Quinquina rouge 25° (le quinquina calisaya possède aussi la croix noire).

Réglisse 15°.

Ratanhia (fond clair) 15°.

Raifort 25°.

Rhapontic 40°.

Rhubarbe (fond obscur) 20°.

Riz (fond très sombre) : croix peu nette, 20° (35° après dessiccation à 100°).

Sagou 30°.

Sainfoin (fond obscur) 15°.

Salsepareille 25°.

Sarrasin 20°.

Saxifrage 40°.
Scolopendre (champ sombre) 20°.
Seigle 25° (45° après dessiccation à 100°.
Sorgho 40°.
Souchet long 10°.
Squine : la croix noire subsiste très nettement.
Tormentille (fond sombre) 20°.
Turbith (fond très noir) 30°.
Valériane (champ obscur) 20°.
Vesce commune (champ très clair) : la croix noire persiste très nettement.
Zédoaire (fond clair) 40°.

A la page 572 de la 2e édition (1910) de son Guide pratique de l'expert chimiste en denrées alimentaires, G. Pellerin dit que « les amidons d'avoine, de riz, de sarrasin sont sans action sur la lumière polarisée. » Le tableau ci-dessus vient à l'encontre de cette assertion. A la page 573 du même traité, l'auteur dit que l'amidon de maïs présente le phénomène de la croix noire même au maximum d'éclairement.

Comme on peut le voir facilement, il y a d'assez grands écarts dans l'apparition de la croix noire d'un amidon à un autre. La limite de sa visibilité est même reculée lorsqu'on opère sur un amidon préalablement séché à 100° ; j'ai constaté ce fait sur tous les amidons que j'ai pu obtenir à l'état pur. Les branches de la croix noire partant toujours du hile, il est possible alors de situer celui-ci quand l'examen au microscope ordinaire n'a pu le déceler. Enfin la clarté du champ à l'extinction est plus ou moins grande, la croix noire apparaît plus ou moins brillante.

Tous ces caractères peuvent servir à établir une différenciation plus nette des différents amidons et contribuer

même pour quelques-uns à une diagnose rapide. C'est ainsi que, à l'examen d'un amidon en lumière polarisée, si l'on rencontre une croix noire qui ne disparaît pas, les recherches seront orientées vers le Colombo, le Haricot, la Pomme de terre, la Squine ou la Vesce.

CHAPITRE IV

DENSITÉ DES AMIDONS

DENSITÉ DES AMIDONS

La densité de l'amidon est assez variable suivant les espèces qui le produisent; j'ai pensé qu'elle pourrait servir aussi à la diagnose de ces dernières.

Plusieurs auteurs se sont occupés de la détermination de la densité des fécules ; mais les chiffres donnés par eux sont très variables pour le même amidon ; cela tient probablement aux conditions dans lesquelles ils ont opéré. Saare (14) donne pour la fécule (ici, aucune indication précise) absolument sèche : 1,650. Flückiger (3) donne pour l'arrow-root séché à 100° : 1,5648 ; pour la pomme de terre 1,6330. Le poids spécifique de l'amidon de blé séché à 100° a été trouvé par Rodewald (13) de 1,490 à 1,510.

Lorsqu'on dessèche un amidon à 100°, on s'aperçoit qu'il perd de 10 à 20 % d'eau (eau d'hydratation). Pour la banane, la proportion est de 15 % ; pour le manioc, elle est de 10% ; pour l'orge, de 12% ; pour le pois, de 10% ; pour la pomme de terre, de 20% et pour le sarrasin de 10%.

Flückiger avait déjà signalé l'influence que la teneur en eau des divers amidons exerce sur leur poids spécifique ; Nægeli lui aussi avait constaté que, par dessiccation, les grains d'amidon se rétractent et que leur poids spécifique augmente, l'inverse se produisant quand les grains reprennent de l'eau. Comme les diverses variétés d'amidon fixent après le séchage des proportions différentes d'eau, on doit, d'après Flückiger, s'attendre à des différences de poids spécifique. Cet auteur va même jusqu'à conclure qu'il n'y a pas de poids spécifique constant pour un amidon donné.

Pour déterminer la densité, je me suis servi de la

méthode du flacon, et j'ai pu vérifier mes résultats par la méthode hydrostatique. J'ai pris un flacon à densité de 100cc environ, bouché à l'émeri à l'aide d'un tube effilé à entonnoir et muni d'un trait de repère (*fig. ci-contre*). J'y ai introduit une quantité de poudre exactement pesée (environ 5 gr.), séchée à 100° au préalable jusqu'à poids constant et refroidie sous l'exsiccateur à acide sulfurique. J'ai rempli ensuite rapidement le flacon d'alcool à 95°, pour éviter l'hydratation de l'amidon, j'ai mis le flacon à densité, muni de son bouchon, sous une cloche, et j'y ai fait le vide pendant quelques minutes pour expulser l'air qui pouvait être retenu dans les particules d'amidon et susceptible de fausser les calculs.

Le volume du flacon ayant été d'avance mesuré exactement, un calcul très simple permet de déduire du volume de l'alcool celui de l'amidon, et par suite la densité de ce dernier ; les tables donnent en effet, le volume de l'alcool à 95° pour un poids connu pris à une température déterminée.

En opérant ainsi pour certains amidons purs, j'ai trouvé les chiffres suivants :

Arrow-root des Antilles	1,571.
Froment	1,570.
Maïs	1,605.
Manioc	1,564.
Orge	1,593.
Pomme de terre	1,556.
Riz	1,545.
Sagou	1,394.

Pour les farines ou poudres végétales renfermant de l'amidon en quantité assez notable, j'ai pensé qu'il pourrait être intéressant d'essayer une méthode permettant de calculer la densité de l'amidon. Mais comme cette densité évolue entre 1400 et 1600 environ, la méthode hydros-

tatique à laquelle j'ai songé, présentait une difficulté, le choix d'un liquide convenable, de densité assez forte et n'agissant pas sur l'amidon. Les liquides lourds sont rares, plus rares encore ceux qui sont sans action sur l'amidon. Après plusieurs essais de solutions salines, j'en suis arrivé à un mélange de bromoforme et d'essence de pétrole. Le bromoforme, ayant une densité de 2,900, et l'essence de pétrole, variant entre 0,705 et 0,720, il apparaissait dès lors comme facile d'obtenir par le calcul, des mélanges de densité voulue. C'est ainsi qu'en opérant avec une essence de densité de 0,715, je suis arrivé, en mélangeant 2 volumes de bromoforme et 3 volumes d'essence de pétrole à un mélange d'une densité de 1,589. En vérifiant ce chiffre par la balance hydrostatique de Mohr-Westphal, je l'ai trouvé exact. En opérant de la même manière avec des mélanges en quantités différentes des deux liquides, j'ai pu obtenir des liquides de densités prévues par le calcul et que j'ai vérifiées par la balance de Mohr-Westphal. En prenant alors des éprouvettes à demi-remplies d'un des liquides ainsi obtenus, et en y déposant une pincée d'amidon ou de farine, puis remplissant l'éprouvette du même mélange, on voit les particules d'amidon soit remonter, soit rester en suspension au sein du liquide, soit descendre. Il est dès lors facile de voir si l'amidon est plus léger, de même densité ou plus lourd que le liquide. Dans le premier cas, on recommence avec un liquide plus léger ; dans le troisième avec un plus lourd, et ainsi jusqu'à ce que les grains blancs d'amidon restent en suspension. C'est ainsi que j'ai trouvé les chiffres suivants pour les amidons ci-dessous :

Arrow-root des Antilles	1,571.
» » des Indes	1,470.
Arachides (farine)	1,462.
Arbre à pain (fécule)	1,473.
Bryone (fécule)	1,471.

Banane (farine)	1,471.
Châtaigne (farine)	1,500.
Fève (farine)	1,471.
Froment (amidon)	1,570.
Haricot (farine)	1,495.
Igname de Chine (farine)	1,445.
Lentille (farine)	1,468.
Marron d'Inde (farine)	1,450.
Pois (farine)	1,495.
Pomme de terre (amidon)	1,556.
Sarrasin (farine)	1,490.
Seigle (farine)	1,510.

En résumé, la densité de l'amidon peut se calculer d'une façon précise par la méthode du flacon pour les amidons purs. La méthode hydrostatique, sans être rigoureusement exacte, peut s'employer pour les farines ou les poudres médicamenteuses. La grosseur variable des grains est certainement un obstacle à la précision de cette dernière méthode, car il est évident qu'un gros grain descendra sûrement dans le liquide bromoformé, si celui-ci est plus léger que l'amidon qu'on étudie ; mais il est moins certain que des petits grains ou des grains moyens y descendront, à cause de l'air interposé entre leurs molécules. Donc, seule la première méthode devra être employée lorsqu'on voudra avoir un résultat rigoureux.

CARACTÈRES DE CHAQUE AMIDON

Noix d'Acajou (fig. 1).

Uniquement des grains simples.
Forme ovoïde.
Dimension 5-20 μ.
Croix noire disparaît à 30°.
Champ clair à l'extinction (en lumière polarisée).

Aconit (fig. 2).

Grains simples et grains composés (de 2-4 partiels).
Forme irrégulière.
Dimension 7-30 μ.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Arachide (fig. 3).

Grains simples et grains composés (3 partiels).
Forme sphérique.
Dimension 3-12 μ.
Croix noire disparaît à 15°.
Champ sombre.

Arbre à pain (fig. 4).

Grains simples et grains composés (2-4).
Hile central punctiforme.
Grains sphériques.
Dimension 2-20 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.
Grains réfringents à l'extinction.

Arrow-root des Antilles (fig. 5).

Grains simples et grains composés (2-3).
Hile excentrique longitudinal.
Hile longitudinal.
Grains sphériques, grains allongés, grains piriformes, grains en calotte.
Dimension 2-60 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît 40°.
Champ brillant.
Grains réfringents à l'extinction.

Arrow-root des Indes (fig. 6).

Uniquement des grains simples.
Hile central punctiforme.
Grains allongés, gr. polyédriques, gr. irréguliers.
Dimension 10-60 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair à l'extinction.

Asclépiade (fig. 7).

Grains simples et grains composés (2-4).
Grains ovoïdes.
Dimension 3-24 μ.
Croix noire disparaît à 10°.
Champ clair à l'extinction.

Avoine (fig. 8).

Grains simples et grains composés (2-3).
Hile central punctiforme, hile longitudinal.
Grains triangulaires, grains polyédriques.
Dimension 1-30 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ brillant.
Grains réfringents à l'extinction.

Banane (fig. 9).

Uniquement des grains simples.
Hile excentrique punctiforme.
Grains allongés, grains en calotte.
Dimension 7-38 μ.
Croix noire disparaît à 50°.
Champ clair à l'extinction.

Belladone (fig. 10).

Grains simples et grains composés (2-3).
Hile central punctiforme.
Grains sphériques, gr. irréguliers.
Dimension 2-27 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 35°.
Champ clair.

Bistorte (fig. 11).

Grains simples et grains composés (2).
Grains sphériques.
Dimension 3-17 μ.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Bryone (fig. 12).

Grains simples et grains composés (2).
Formes sphériques et en calotte.
Dimension 2-14 μ.
Croix noire disparaît à 30°.
Champ brillant.

Cacao (fig. 13).

Grains simples et grains composés (2).
Forme sphérique.
Dimension 2-19 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.

Canna florifère (fig. 14).

Rien que des grains simples.
Forme allongée.
Dimension 3-18 μ.
Croix noire disparaît à 30°.
Champ sombre.

Canna oiseau de feu (fig. 15).

Grains simples uniquement.
Hile excentrique punctiforme.
Forme allongée.
Dimension 6-56 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 40°.
Champ clair.

Canne de Provence (fig. 16).

Uniquement des grains simples.
Forme allongée.
Dimension 2-18 μ.
Croix noire disparaît à 10°.
Champ sombre.

Cannelle de Ceylan (fig. 17).

Grains simples et grains composés (2-4).
Forme sphérique.
Dimension 1-18 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.

Cannelle de Chine (fig. 18.)

Grains simples et grains composés (2-3).
Formes ovoïde, triangulaire, polyédrique, avec tubérosités.
Dimension 3-33 μ.
Croix noire disparaît à 50°.
Champ clair.

Châtaigne (fig. 19).

Grains simples et grains composés (2)
Hile étoilé, hile longitudinal.
Formes polyédrique, irrégulière.
Dimension 1-54 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Chiendent (gros) (fig. 20).

Grains simples et grains composés (2-4).
Hile central punctiforme.
Forme sphérique.
Dimension 3-16 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.

Noix de Cola (fig. 21).

Grains simples et grains composés (2).
Hile excentrique punctiforme.
Grains allongés.
Dimension 2-38 μ.
Croix noire disparaît à 50°.
Champ brillant.

Colombo (fig. 22).

Uniquement des grains simples.
Hile central punctiforme, hile étoilé.
Formes sphérique, avec tubérosités.
Dimension 11-37 μ.
Stries.
Croix noire ne disparaît pas.
Champ clair.

Consoude (grande) (fig. 23).

Uniquement des grains simples.
Forme sphérique.
Dimension 3-26 μ.
Croix noire disparaît à 30°.
Champ clair.

Cubèbe (fig. 24).

Uniquement des grains simples.
Hile central punctiforme.
Grains sphériques, grains polyédriques.
Dimension 2-16 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.

Curcuma (fig. 25).

Uniquement des grains simples.
Forme allongée.
Dimension 5-30 μ.
Croix noire ne se produit qu'à l'extinction complète.
Champ brillant.

Douce-amère (fig. 26).

Uniquement des grains simples.
Forme allongée.
Dimension 3-10 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.

Euphorbia Esula (fig. 27).

Uniquement des grains simples.
Forme en bâtonnet.
Dimension 12-38 μ.

Euphorbia splendens (fig. 28).

Uniquement des grains simples.
Forme en haltère.
Dimension 27-50 μ.
Croix noire disparaît à 15°.
Champ clair.

Fève (fig. 29).

Uniquement des grains simples.
Hile longitudinal
Grains ovoïdes, grains allongés.
Dimension 4-50 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 50°.
Champ clair

Fougère mâle (fig. 30).

Uniquement des grains simples.
Forme allongée.
Dimension 1-10 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.

Froment (fig. 31).

Grains simples, grains composés (2-3).
Hile longitudinal.
Formes lenticulaire, triangulaire.
Dimension 2-40 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.

Galanga (fig. 32).

Uniquement des grains simples.
Formes ovoïde, allongée, en massue.
Dimension 3-33 μ.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ sombre

Gingembre (fig. 33).

Uniquement des grains simples.
Grains irréguliers.
Dimension 3-33 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ sombre.

Grenadier (fig. 34).

Grains simples, grains composés (2).
Formes sphérique, polyédrique, avec tubérosités.
Dimension 2-20 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ sombre.

Guimauve (fig. 35).

Grains simples, grains composés (2).
Hile central punctiforme.
Forme allongée.
Dimension 3-30 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 30°.
Champ clair.

Haricot (fig. 36).

Uniquement des grains simples.
Hile excentrique longitudinal, hile étoilé, hile longitudinal.
Formes allongée, ellipsoïde.
Dimension 2-50 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 50°.
Champ clair.

Haricot de Java (fig. 37).

Grains simples, grains composés (2).
Hile étoilé, hile longitudinal.
Grains allongés.
Dimension 2-60 μ.
Croix noire ne disparaît pas.
Champ clair.

Haricot blanc de Birmanie (fig. 38).

Grains simples, grains composés (2).
Forme allongée.
Croix noire ne disparaît pas.
Champ clair.

Haricot rouge de Birmanie (fig. 38 bis).

Grains simples; grains composés (2).
Croix noire ne disparaît pas.
Champ clair.

Hydrastis (fig. 39).

Uniquement des grains simples.
Forme sphérique.
Dimension 2-16 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ sombre.

Igname de Chine (fig. 40).

Grains simples, grains composés (2-4).
Hile longitudinal.
Grains allongés, réniformes.
Dimension 8-50 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 40°.
Champ brillant.

Ipéca de Rio (fig. 41).

Grains simples, grains composés (2-3).
Forme sphérique.
Dimension 2-10 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.

Iris de Florence (fig. 42).

Grains simples, grains composés (2).
Hile excentrique, punctiforme.
Formes allongée, irrégulière.
Dimension 9-45 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ brillant.

Jalap (fig. 43).

Grains simples, grains composés (2).
Formes sphérique, allongée.
Dimension 2-38 μ.
Croix noire disparaît à 35°.
Champ clair.

Laurier (fig. 44).

Grains simples, grains composés (2-4).
Hile excentrique punctiforme.
Forme ovoïde.
Dimension 7-20 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.

Lentille (fig. 45).

Grains simples, gr. comp. (2).
Hile étoilé, hile longitudinal.
Formes ovoïde, polyédrique.
Dimension 4-60 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 50°.
Champ clair.

Maïs (fig. 46).

Grains composés (à l'infini), quelques grains simples.
Hile étoilé.
Forme polyédrique.
Dimension 2-45 μ.
Croix noire disparaît à 35°.
Champ clair.

Manioc (fig. 47).

Grains simples, grains composés (2-3).
Hile central punctiforme, hile excentrique punctiforme, hile longitudinal.
Formes sphérique, en calotte.
Dimension 1-35 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.

Marron d'Inde (fig. 48).

Grains simples, grains composés (2-3).
Hile étoilé, hile longitudinal.
Grains sphériques, piriformes.
Dimension 3-40 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 35°.
Champ clair.

Millet blanc (fig. 49.)

Grains simples, grains composés (2-8).
Formes sphérique, polyédrique.
Dimension 4-14 μ.
Croix noire disparaît à 40°.
Champ brillant.

Noix de Galle (fig. 50).

Uniquement des grains simples.
Forme irrégulière avec tubérosités.
Dimension 10-41 μ.
Croix noire disparaît à 30°.
Champ brillant.

Noix de Muscade (fig. 51).

Grains simples, grains composés (2-8).
Hile central punctiforme.
Grains sphériques, polyédriques.
Dimension 6-24 μ
Croix noire disparaît à 50°.
Champ brillant.

Nénuphar (fig. 52).

Grains simples, grains composés (2).
Hile étoilé.
Formes ovoïde, irrégulière, en ballon dégonflé.
Dimension 2-68 μ.
Croix noire disparaît à 40°.
Champ clair.

Orge (fig. 53).

Uniquement des grains simples.
Hile central punctiforme, hile excentrique punctiforme.
Grains sphériques, ovoïdes.
Dimension 2-30 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Orge carrée de printemps (fig. 54).

Grains simples uniquement.
Hile excentrique punctiforme, hile excentrique longitudinal, hile longitudinal.
Grains sphériques, ovoïdes.
Dimension 2-30 μ.
Croix noire disparaît à 40°.
Champ brillant.

Patate douce (fig. 55).

Grains simples, grains composés (2-5).
Hile central punctiforme, hile étoilé, hile longitudinal.
Formes sphérique, irrégulière en calotte, polyédrique.
Dimension 1-41 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 35°.
Champ brillant.

Patience (fig. 56).

Grains simples uniquement.
Hile longitudinal.
Formes lenticulaire, ovoïde, allongée.
Dimension 2-28 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 15°.
Champ sombre.

Podophylle (fig. 57).

Grains simples, grains composés (2-4).
Formes sphérique, allongée.
Dimension 2-27 μ.
Croix noire disparaît à 30°.
Champ clair.

Pois (fig. 58).

Uniquement des grains simples.
Hile longitudinal.
Forme allongée.
Dimension 1-52 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 50°.
Champ clair.

Pois chiche (fig. 59.)

Uniquement des grains simples.
Hile longitudinal.
Forme allongée.
Dimension 3-32 μ.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Poivre long (fig. 60).

Grains composés (à l'infini), grains simples.
Forme sphérique.
Grains infiniment petits.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Poivre noir (fig. 61).

Grains composés (à l'infini), grains simples.
Forme sphérique.
Dimension 1-6 μ.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Polypode de chêne (fig. 62).

Uniquement des grains simples.
Forme irrégulière (avec tubérosités).
Dimension 2-33 μ.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Pomme de terre (fig. 63).

Grains simples, grains composés (2-3).
Hile excentrique punctiforme, hile excentrique longitudinal, hile étoilé, hile longitudinal.
Formes ovoïde, allongée, (gros grains éclatés).
Dimension 5-108 μ.
Stries visibles.
Croix noire ne disparaît pas.
Champ brillant.

Quinquina rouge (fig. 64).

Grains simples uniquement.
Forme ovoïde.
Dimension 2-14 μ.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Raifort (fig. 65).

Grains simples, grains composés (2-3).
Formes sphérique, allongée.
Dimension 2-14 μ.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Ratanhia (fig. 66).

Grains simples, grains composés (2-3).
Hile étoilé, hile longitudinal.
Grains sphériques.
Dimension 3-38 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 15°.
Champ clair.

Réglisse (fig. 67).

Grains simples, grains composés (2).
Hile central punctiforme.
Formes triangulaire, polyédrique.
Dimension 2-20 μ
Croix noire disparaît à 15°.
Champ clair.

Rhapontic (fig. 68).

Grains simples, grains composés (2).
Forme irrégulière.
Dimension 2-33 μ.
Croix noire disparaît à 40°.
Champ clair.

Rhubarbe de Chine (fig. 69).

Grains simples, grains composés. (2-3).
Hile central punctiforme.
Formes sphérique, triangulaire.
Dimension 3-34 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ sombre.

Riz (fig. 70).

Grains composés (à l'infini).
Forme polyédrique.
Dimension 1-15 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ sombre.

Sagou (fig. 71).

Grains simples, grains composés (2).
Hile central punctiforme, hile étoilé, hile longitudinal.
Grains sphériques, gr. en calotte.
Dimension 1-30 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 30°.
Champ clair.

Sainfoin à deux coupes (fig. 72).

Grains simples uniquement.
Hile excentrique longitudinal, hile longitudinal.
Forme ovoïde.
Dimension 2-14 μ.
Croix noire disparaît à 15°.
Champ sombre.

Salsepareille du Mexique (fig. 73).

Grains simples, grains composés (3).
Forme irrégulière.
Dimension 6-16 μ.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Sarrasin (fig. 74).

Grains composés (à l'infini).
Hile central punctiforme, hile étoilé.
Grains polyédriques.
Dimension 2-20 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ clair.

Saxifrage (fig. 75).

Uniquement des grains simples.
Hile excentrique punctiforme.
Forme ovoïde.
Dimension 2-37 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 40°.
Champ clair.

Scolopendre (fig. 76).

Uniquement des grains simples.
Forme irrégulière.
Dimension 5-14 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ sombre.

Seigle (fig. 77).

Grains simples, grains composés (2-5).
Hile excentrique punctiforme, hile étoilé, hile longitudinal.
Formes sphérique, ovoïde.
Dimension 1-66 μ.
Stries visibles.
Croix noire disparaît à 25°.
Champ clair.

Sorgho (fig. 78).

Grains simples, grains composés (2).
Hile longitudinal.
Forme irrégulière.
Dimension 7-32 μ.
Croix noire disparaît à 40°.
Champ clair.

Souchet long (fig. 79).

Uniquement des grains simples.
Forme irrégulière.
Dimension 4-36 μ.
Croix noire disparaît à 10°.
Champ clair.

Squine (fig. 80).

Uniquement des grains simples.
Hile étoilé, hile longitudinal.
Grains irréguliers.
Dimension 6-50 μ.
Croix noire ne disparaît pas.
Champ clair.

Tormentille (fig. 81).

Grains simples, grains composés (2).
Formes ovoïde, triangulaire.
Dimension 2-30 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ sombre.

Turbith (fig. 82).

Grains simples, grains composés 2-5 .
Formes sphérique, allongée,
Dimension 2-40 μ.
Croix noire disparaît à 30°.
Champ sombre.

Valériane (fig. 83).

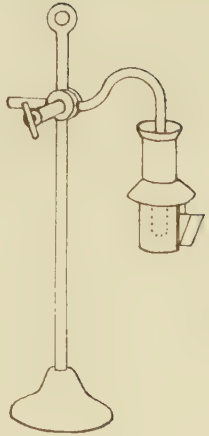
Grains simples, grains composés (2-4).
Formes sphérique, allongée.
Dimension 4-22 μ.
Croix noire disparaît à 20°.
Champ sombre.

Vesce commune de printemps (fig. 84).

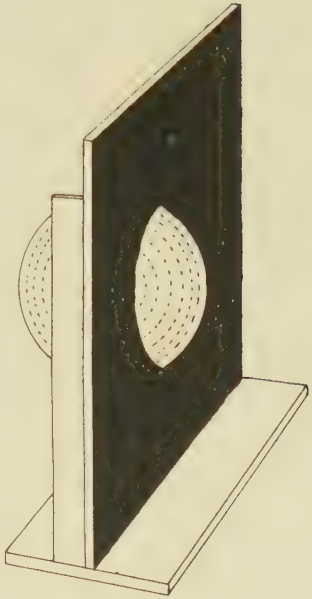
Grains simples, grains .composés (2).
Hile étoilé.
Grains sphériques, allongés.
Dimension 6-55 μ.
Croix noire ne disparaît pas.
Champ brillant.

Zédoaire (fig. 85.)

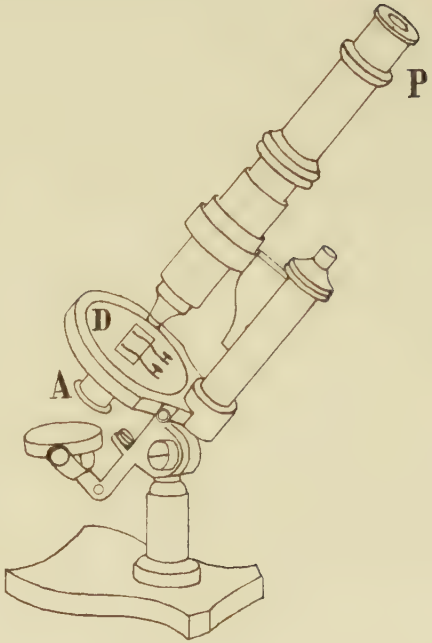
Grains simples uniquement.
Forme allongée.
Dimension 7-77 μ.
Croix noire disparaît à 40°.
Champ clair.



L

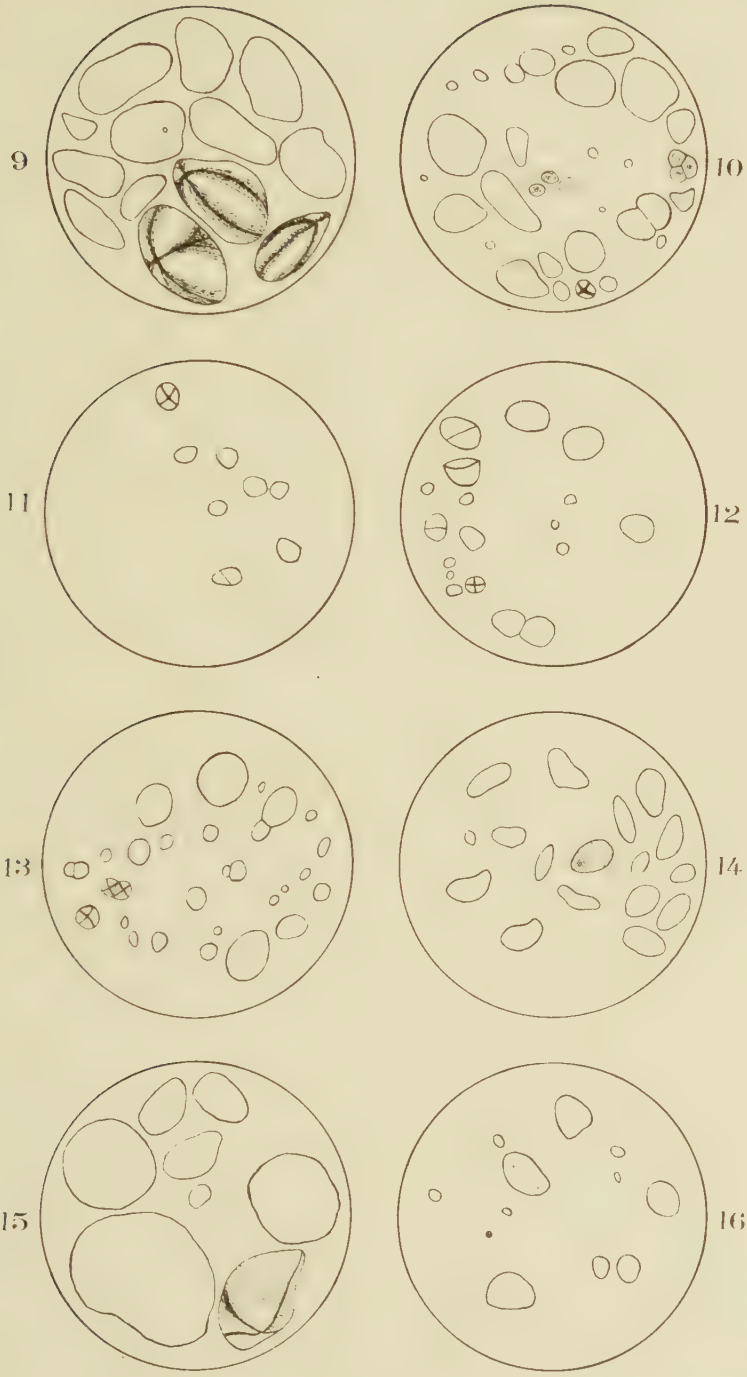


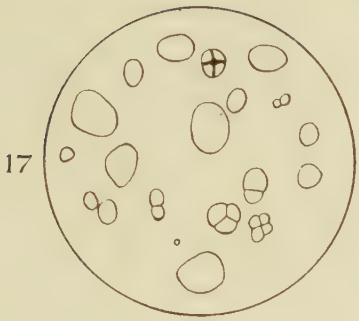
C



M

1
2
3
4
5
6
7
8

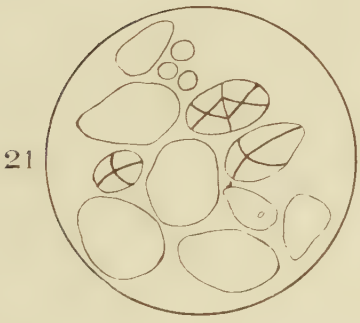

9
10
11
12
13
14
15
16

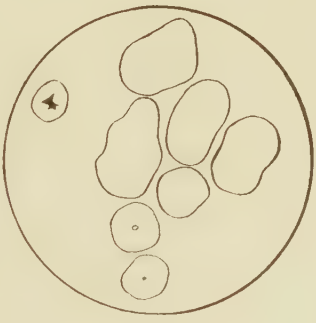

17

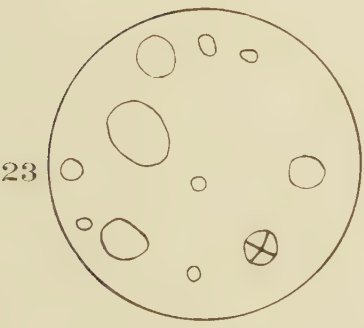
18

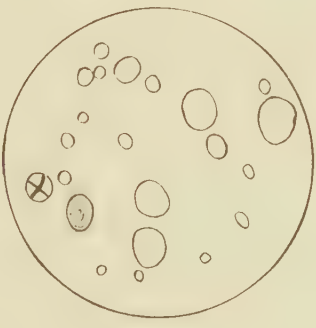
19

20


21

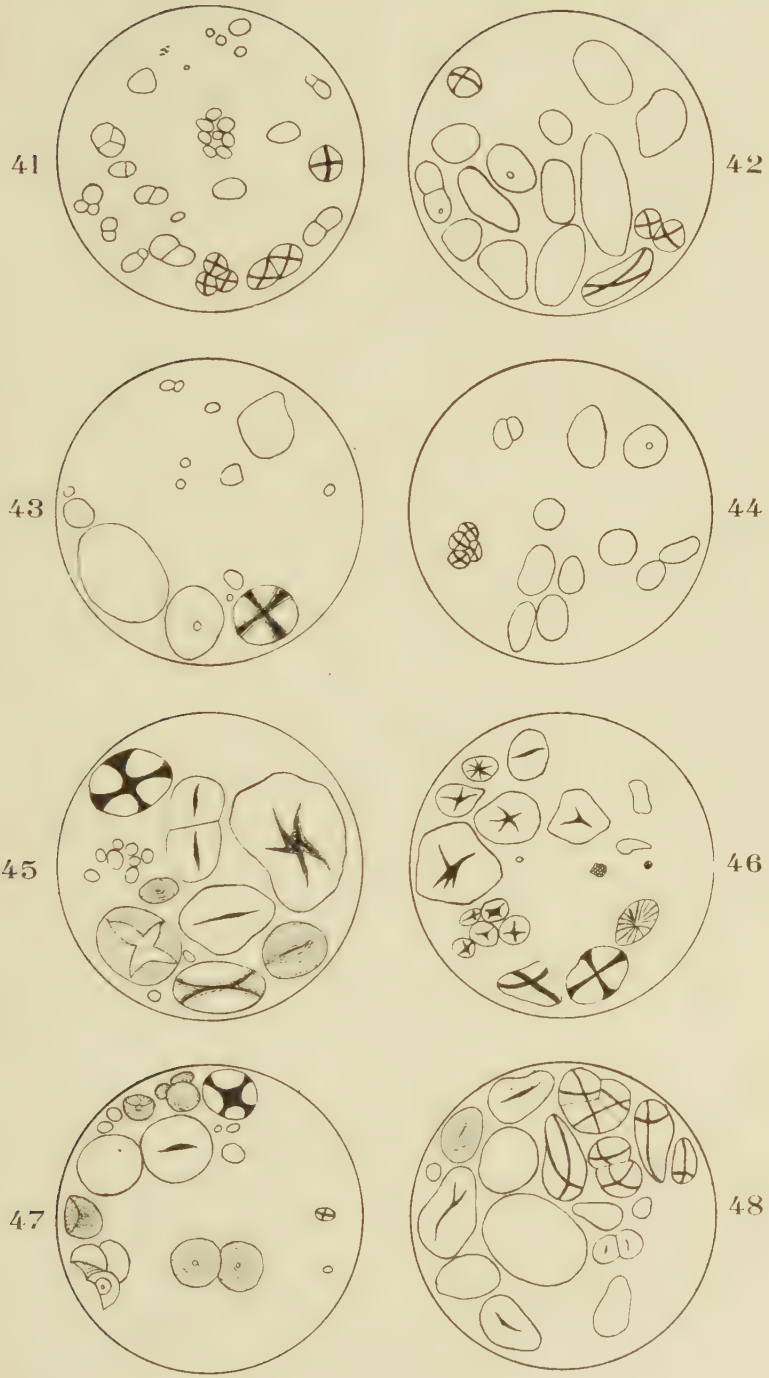

22

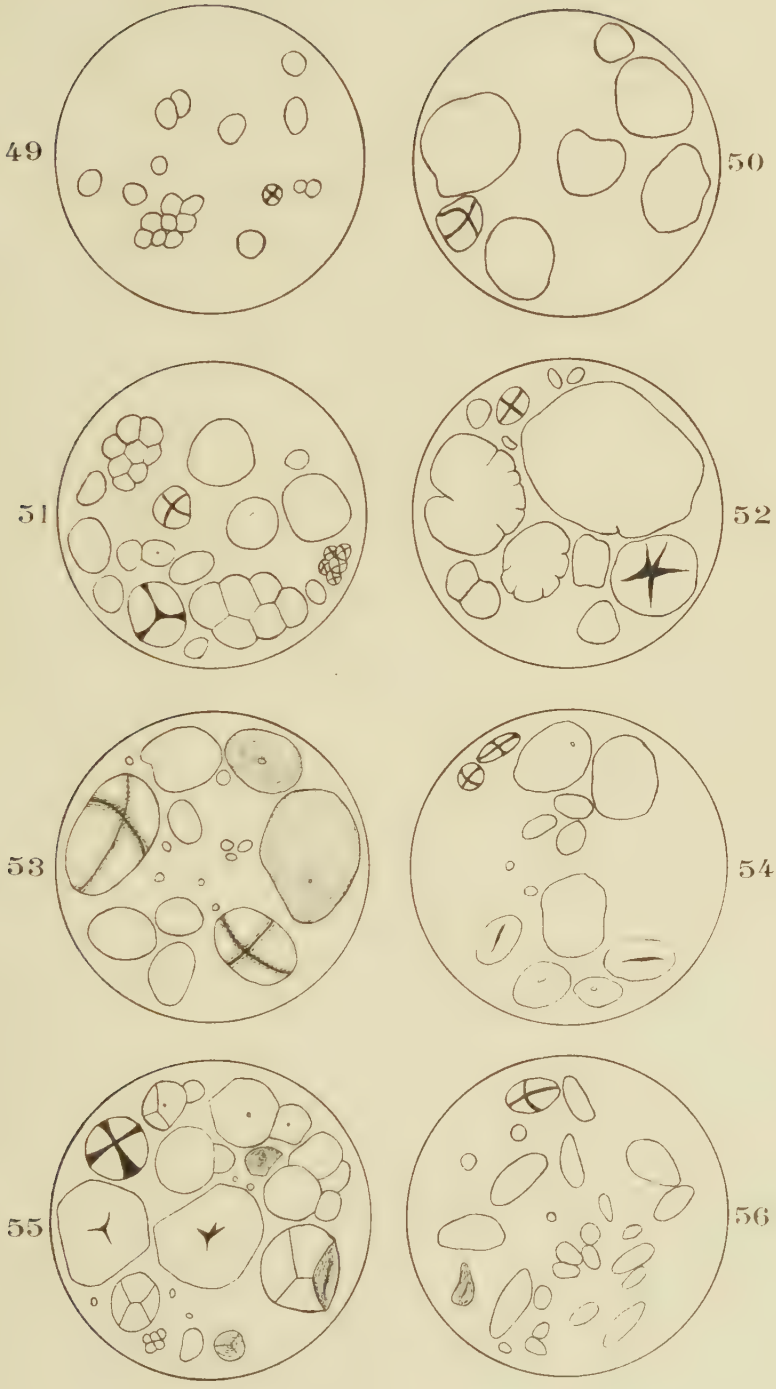

23

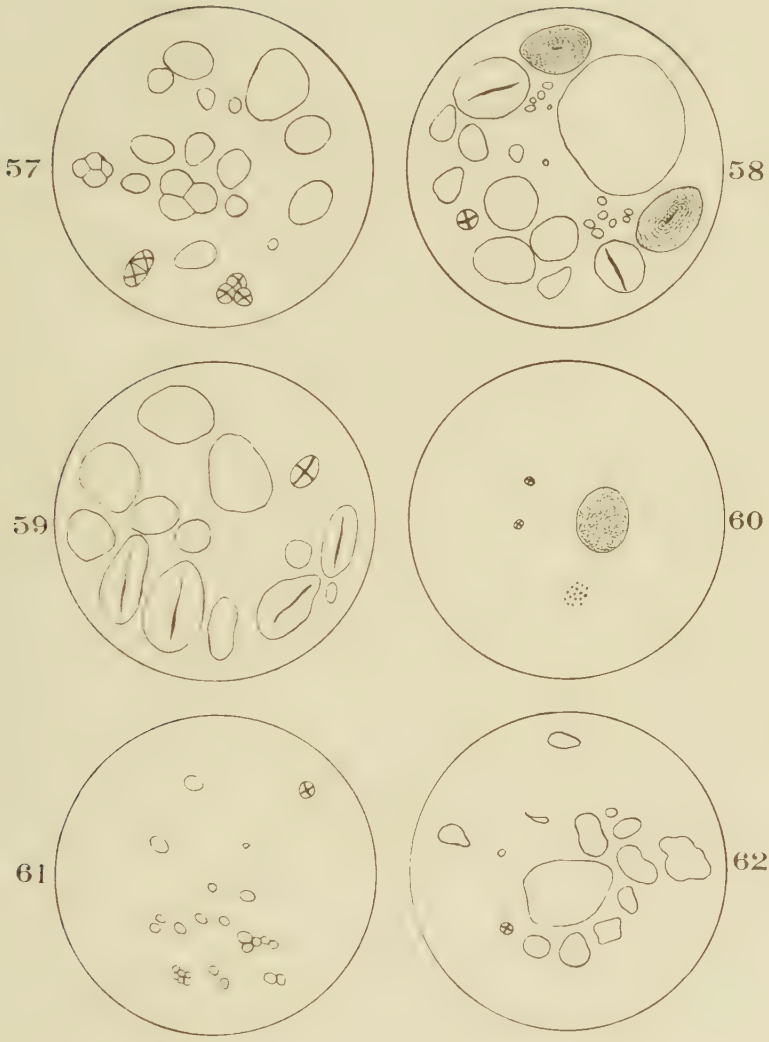

24

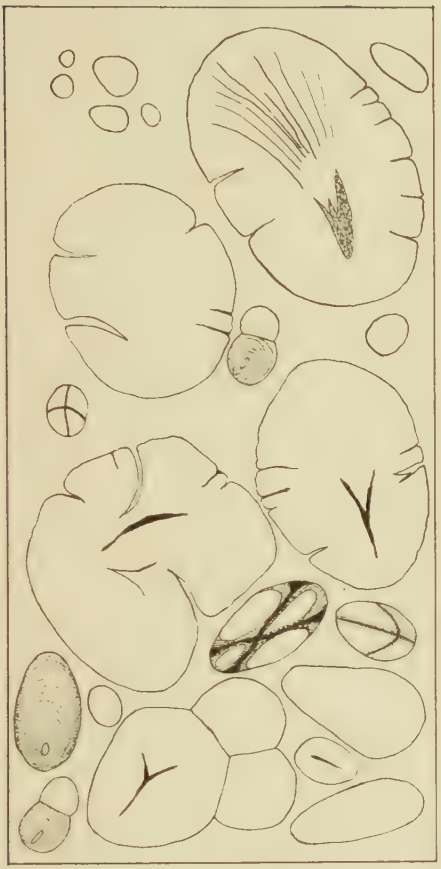
25
26
27
28
29
30
31
32

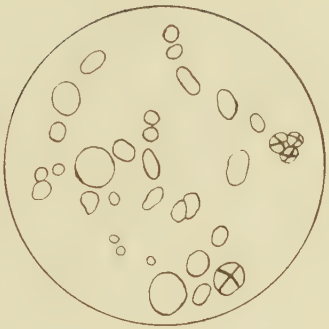
33
34
35
36
37
38
39
40

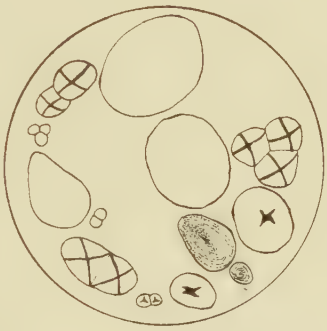

41
42
43
44
45
46
47
48


49
50
51
52
53
54
55
56


57
58
59
60
61
62


63

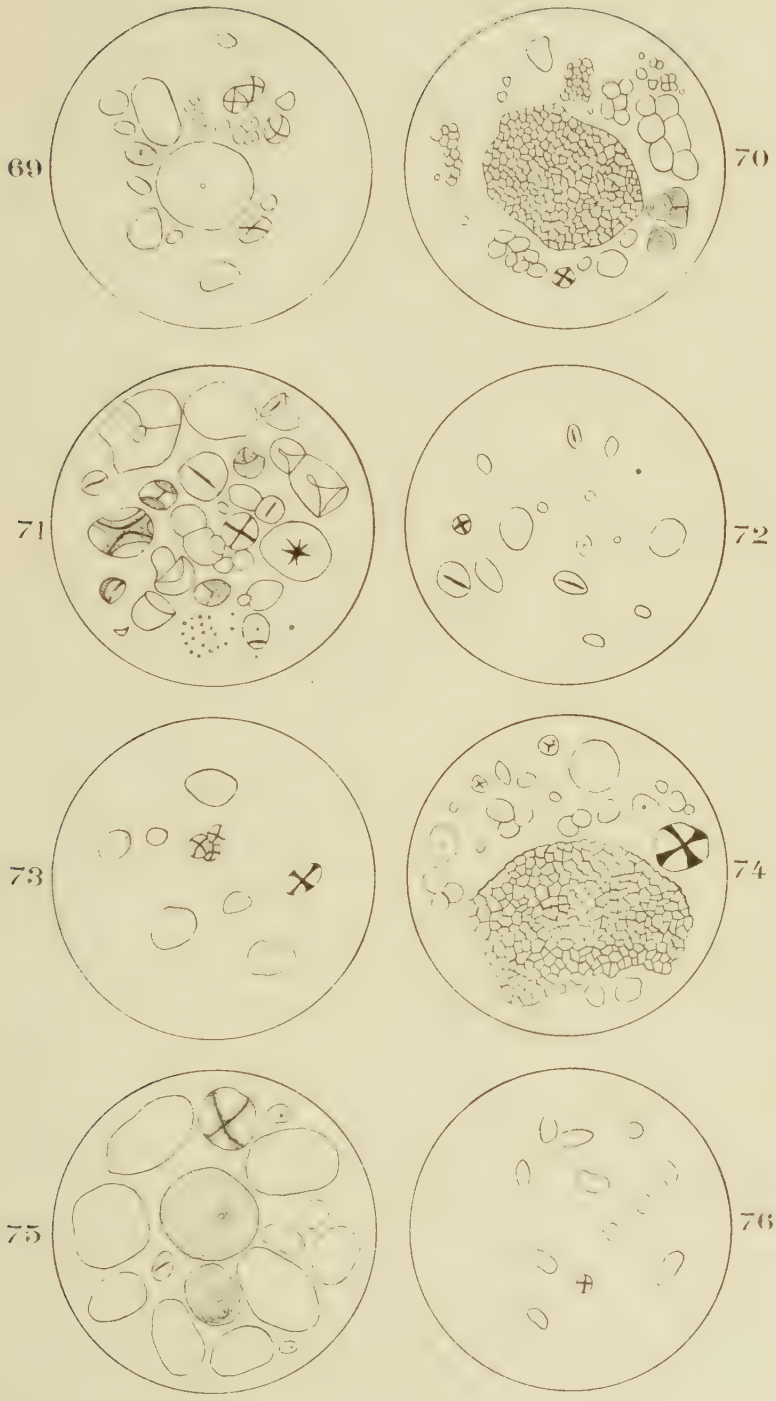

65

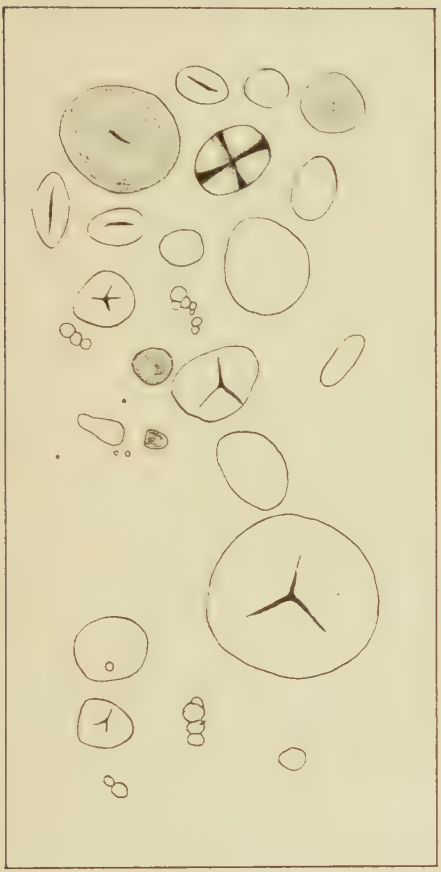

66

67

64

68

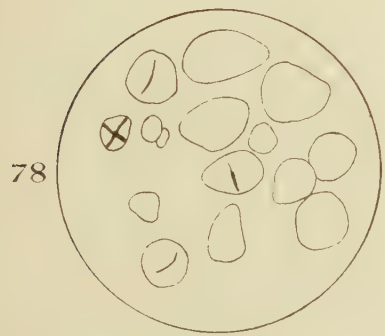

69
70
71
72
73
74
75
76


77

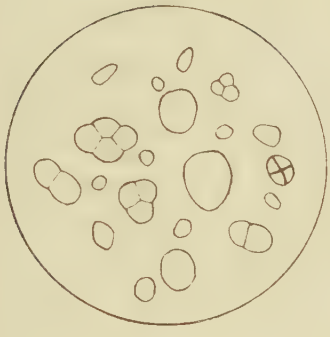
79

80

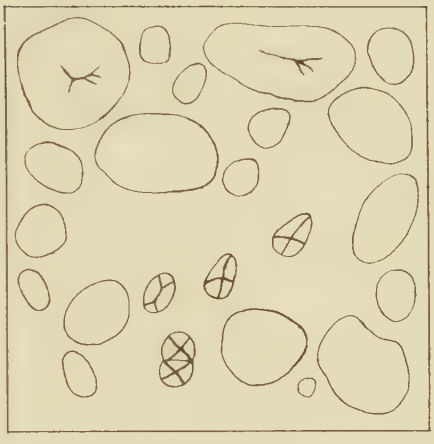
81


78

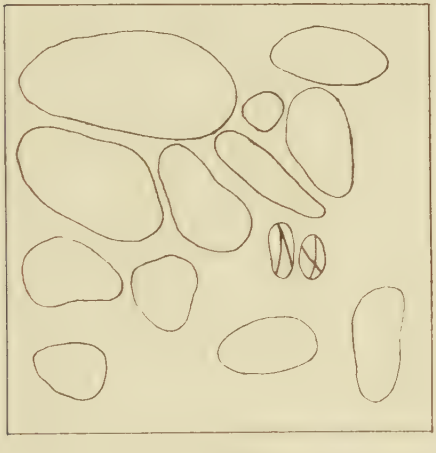
82



83



84



85

INDEX DES PLANCHES

1. Noix d'acajou : Anacardium occidentale
2. Aconit (racine) : Aconitum Napellus.
3. Arachide (graine) : Arachis hypogœa.
4. Arbre à pain (fécule du fruit) : Artocarpus incisa.
5. Arrow-root des Antilles (rhizome) : Maranta arundinacea.
6. Arrow-root des Indes (rhizome) : Curcuma augustifolia.
7. Asclépiade (rhizome) : Vincetoxicum officinale.
8. Avoine (gruau du fruit) : Avena sativa.
9. Banane (fécule du fruit) : Musa Paradisiaca.
10. Belladone (racine) : Atropa Belladona.
11. Bistorte (racine) : Polygonum bistorta.
12. Bryone (fécule de racine) : Bryonia dioïca.
13. Cacao (graine) : Theobroma cacao.
14. Canna florifère (graine) : Canna indica.
15. Canna oiseau de feu (rhizome) : Canna gigantea.
16. Canne de Provence (rhizome) : Arundo Donax.
17. Cannelle de Ceylan (écorce de tige) : Cinnamomum Zeylani-cum.
18. Cannelle de Chine (écorce de tige) : Cinnamomum aromaticum-
19. Châtaigne (farine de graine) : Castanea vesca.
20. Chiendent (gros) (rhizome) : Cynodon Dactylon.
21. Cola (noix de) (graine) : Cola acuminata.
22. Colombo (racine) : Chasmanthera palmata.
23. Consoude (grande) (racine) : Symphytum officinale.
24. Cubèbe (fruit) : Piper Cubeba.
25. Curcuma (rhizome) : Curcuma longa.
26. Douce amère (tige) : Solanum dulcamara.
27. Euphorbia Esula (latex).
28. Euphorbia splendens (latex).
29. Fève (farine de graine) : Faba vulgaris.
30. Fougère mâle (rhizome) : Aspidium Filix mas.
31. Froment (graine) : Triticum vulgare.
32. Galanga (rhizome) : Alpinia officianrum.

33. Gingembre (rhizome) : Zingiber officinale.
34. Grenadier (écorce de racine) : Punica Granatum.
35. Guimauve (racine) : Althaea officinalis.
36. Haricot (farine de graine) : Phaseolus vulgaris.
37. Haricot de Java : Phaseolus lunatus.
38. Haricot blanc de Birmanie.
38 bis. Haricot rouge de Birmanie.
39. Hydrastis canadensis (rhizome).
40. Igname de Chine (tubercule) : Dioscorea batatas.
41. Ipéca de Rio (racine) : Uragoga Ipecacuanha.
42. Iris de Florence (rhizome) : Iris Florentina.
43. Jalap (racine) : Exogonium purga.
44. Laurier (baie) : Laurus nobilis.
45. Lentille (graine) : Ervum Lens.
46. Maïs (fruit) : Zea Maïs.
47. Manioc (fécule de racine) : Manihot utilissima.
48. Marronnier d'Inde (graine) : Æsculus Hippocastanum.
49. Millet blanc (graine) : Panicum miliaceum.
50. Noix de Galle : Galla quercina.
51. Noix muscade (graine) : Myristica fragrans.
52. Nénuphar (rhizome) : Nymphœa alba.
53. Orge (fruit) : Hordeum vulgare.
54. Orge carrée de printemps (Escourgeon).
55. Patate douce (tubercule) : Convolvulus batatas.
56. Patience (racine) : Rumex obtusifolius.
57. Podophylle (rhizome) : Podophyllum peltatum.
58. Pois (graine) : Pisum sativum.
59. Pois chiche (graine) : Cicer arietinum.
60. Poivre long (fruit) : Chavica officinarum.
61. Poivre noir (fruit) : Piper nigrum.
62. Polypode de chêne (rhizome) : Polypodium vulgare.
63. Pomme de terre (tubercule) : Solanum tuberosum.
64. Quinquina rouge (écorce de tige) : Cinchona succirubra.
65. Raifort (racine) : Cochlearia Armoracia.
66. Ratanhia (racine) : Krameria triandra.
67. Réglisse (racine) : Glycyrrhiza glabra.
68. Rhapontic (racine) : Rheum Rhaponticum.
69. Rhubarbe de Chine (rhizome) : Rheum officinale.
70. Riz (fruit) : Oriza sativa.
71. Sagou (moelle de Sagus) : Metroxylon Rumphii, M. fariniferum, Pachyrhizus angulatus.

72. Sainfoin à deux coupes (graine) : Onobrychis sativa.
73. Salsepareille du Mexique (racine) : Smilax medica.
74. Sarrasin (fruit) : Polygonum Fagopyrum.
75. Saxifrage (bulbes) : Saxifraga granulata.
76. Scolopendre (rhizome) : Scolopendrium officinale.
77. Seigle (fruit) : Secale cereale.
78. Sorgho (fruit) : Sorghum saccharatum.
79. Souchet long (rhizome) : Cyperus longus.
80. Squine (Souche) : Smilax China.
81. Tormentille (rhizome) : Potentilla Tormentilla.
82. Turbith (racine) : Ipomœa Turpethum.
83. Valériane (racine) : Valeriana officinalis.
84. Vesce commune de printemps (graine) : Vicia sativa.
85. Zédoaire (rhizome) : Curcuma Zedoaria.

CONCLUSIONS

Après avoir fait l'analyse rapide des ouvrages des auteurs qui ont étudié les constantes physiques de l'amidon, j'ai exposé en quatre chapitres le résultat de mes propres recherches.

Dans le premier chapitre, j'ai envisagé l'aspect des grains d'amidon en classant les espèces rentrant dans telle ou telle forme caractéristique. Les grandeurs maxima et minima ont été données pour quatre-vingt-cinq espèces différentes, ainsi que le nombre des grains partiels pour celles qui possèdent des grains composés.

Le deuxième chapitre est une étude détaillée du hile; une liste d'amidons est jointe pour chacune de ses formes et pour tous ses emplacements dans les grains lorsqu'il est visible. Quelques pages ont été réservées aux stries qu'on voit sur certains grains.

Le troisième chapitre est une étude de la façon dont se comportent les quatre-vingt-cinq amidons que j'ai envisagés vis-à-vis de la lumière polarisée. La nomenclature qu'il renferme donne l'angle limite de visibilité de la croix noire et l'intensité lumineuse du champ pour beaucoup d'espèces.

Enfin dans le quatrième chapitre, j'ai indiqué la densité de quelques amidons purs avec la méthode que j'ai cru être la meilleure pour y parvenir.

Mon travail est susceptible de servir de guide dans la diagnose des amidons et se trouve résumé dans les deux tableaux suivants. Le premier est basé sur la méthod

dichotomique ; le deuxième permet d'arriver avec plus de précision à l'identification de l'amidon soumis à l'analyse. En opérant les recherches et en notant les résultats dans l'ordre donné par les colonnes verticales, si l'on arrive par exemple, aux observations suivantes :

« Amidon n'ayant que des grains simples, à hile tantôt central punctiforme, tantôt étoilé, des grains sphériques et d'autres avec tubérosités, mesurant entre 11 et 37 μ, avec stries ; croix noire subsistant pendant toute la rotation, champ clair à l'extinction, » on s'apercevra qu'il n'y a que le colombo qui réponde à ces caractéristiques.

On peut donc conclure que, pour les différents amidons que j'ai examinés, on peut se baser pour leur diagnostic, sur la diversité qui existe entre leurs différents caractères. Je serai heureux si j'ai pu ainsi rendre quelques services à ceux qu'intéresse plus particulièrement l'étude de l'amidon.

Vu :
Le Doyen de la Faculté de Pharmacie.
Nancy, le 18 Mai 1921.
Dr BRUNTZ

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Nancy.
Nancy, le 20 mai 1921.
Ch. ADAM.
Membre de l'Institut.

TABLEAU SYNOPTIQUE I

AMIDONS N'AYANT QUE DES GRAINS SIMPLES

Grains sphériques	La croix noire ne subsiste pas pendant toute la rotation de l'analyseur	Grains ayant de 1 à 20 μ	présence de grains polyédriques, hile central punctiforme	*Cubèbe.*
			hile invisible, champ sombre à l'extinction	*Hydrastis.*
		Grains ayant de 1 à 30 μ	hile punctiforme	*Orge.*
			hile invisible	*Consoude.*
	La croix noire subsiste :	Grains ayant de 10 à 40 μ	hile central punctiforme	*Colombo.*
Grains lenticulaires				*Patience.*
Grains ovoïdes	Hile invisible : Grains allongés			*Galanga.*
	Hile central punctiforme	Grains ayant de 1 à 20 μ	La croix noire disparaît 30° après l'extinction	*Quinquina rouge.*
			» » » 25° »	*Noix d'Acajou.*
		Grains ayant de 1 à 30 μ. Les stries sont nettes		*Orge.*
	Hile longitudinal	La croix noire disparaît 50° après l'extinction		*Fève.*
		» » 40° »		*Orge carrée de printemps.*
		» » 15° »	stries nettes	*Patience.*
			pas de stries	*Sainfoin à 2 coupes.*
	Hile excentrique	longitudinal	La croix noire disparaît à 15°	*Sainfoin à 2 coupes.*
			» » à 40°	*Orge carrée de printemps.*
		punctiforme	» » à 25°	*Orge.*
			» » à 40°	*Saxifrage.*
Grains polyédriques.	Les gros grains atteignent 60 μ			*Arrow-root des Indes.*
	» » n'atteignent que 16 μ			*Cubèbe.*

AMIDONS N'AYANT QUE DES GRAINS SIMPLES (*Suite*)

Grains allongés	Hile central punctiforme	Stries			*Arrow-root des Indes.*
	Hile excentrique punctiforme	Nombreux grains en calotte. La croix noire disparaît à 50°			*Banane.*
		Stries	»	à 40°	*Canna oiseau de feu.*
			»	à 30°	*Canna florifère.*
	Hile excentrique longitudinal : grains ellipsoïdes ; stries. La croix noire disparaît à 50°				*Haricot.*
	Hile longitudinal	Hile étoilé			*Haricot.*
		Pas de hile étoilé	La croix noire disparaît à 50°	petits grains dépassant 1 μ	*Fève.*
				» ne dépassant pas 1 μ	*Pois.*
			» » »	à 25°	*Pois chiche.*
			» » »	à 15° Stries	*Patience.*
	Hile étoilé : Grains ellipsoïdes de 2 à 50 μ avec stries				*Haricot.*
	Hile invisible	La croix noire n'apparaît qu'à l'extinction.			*Curcuma.*
		» disparaît à 10°			*Canne de Provence.*
		» » à 20°.	Les petits grains ont au moins 3 μ		*Douce-amère.*
			» n'ont que 1 μ		*Fougère mâle.*
		» » à 25° : Grains ovoïdes et d'autres en massue			*Galanga.*
		« » à 40° : Gros grains dépassant 70 μ			*Zédoaire.*
Grains irréguliers	Hile central punctiforme	La croix noire disparaît			*Arrow-root des Indes.*
		» ne disparaît pas			*Colombo.*
	Hile excentrique punctiforme : Grains en calotte				*Banane.*
	Hile étoilé et hile longitudinal : La croix noire ne disparaît pas				*Squine.*
	Hile invisible	Grains en bâtonnets			*Euphorbia Esula.*
		Grains en haltères			*Euphorbia splendens.*
		La croix noire disparaît à 10°			*Souchet long.*
		» » à 20°	Grains de 5 à 14 μ		*Scolopendre.*
			Grains de 3 à 33 μ		*Gingembre.*
		» » à 25°	Grains à tubérosités		*Polypode de chêne.*
			Grains en massue		*Galanga.*
		» » à 30°			*Noix de Galle.*

TABLEAU SYNOPTIQUE II

AMIDONS N'AYANT QUE DES GRAINS COMPOSÉS OU AYANT DES GRAINS SIMPLES MÉLANGÉS DE GRAINS COMPOSÉS

Amidons se présentant habituellement en amas de grains simples	Grains polyédriques.	Hile étoilé..	La croix noire disparaît à 35°	*Maïs.*
			» » à 20°	*Sarrasin.*
		Hile invisible	» » à 20°	*Riz.*
	Grains sphériques...	Grains infiniment petits		*Poivre long.*
		Grains mesurant de 1 à 6 μ		*Poivre noir.*
Amidons ayant des grains composés au plus de 2 grains simples — Grains sphériques	La croix noire disparaît à 20°	Grains à tubérosités, champ sombre en lumière polarisée		*Grenadier.*
		Pas de grains à tubérosités, champ clair en lum. polarisée		*Cacao.*
	» » à 25°			*Bistorte.*
	» » à 30°	Stries, hile central punctiforme, hile étoilé, hile longitudinal		*Sagou.*
		Pas de stries, grains de 2 à 14 μ		*Bryone.*
	» » à 35°			*Jalap.*
	» ne disparaît pas			*Vesce commune.*
Grains ailongés	Hile central punctiforme, stries			*Guimauve.*
	Hile excentrique punctiforme	La croix noire disparaît à 20°		*Iris.*
		» » à 50°		*Cola.*
	Hile étoilé	» ne disparaît pas		*Haricot Java et Birmanie.*
		» disparaît à 50°		*Lentille.*
	Hile invisible. Champ sombre en lumière polarisée			*Tormentille.*
	Grains polyédriques : hile central punctiforme			*Réglisse.*
Grains irréguliers	Hile central punctiforme			*Iris.*
	Hile étoilé	Grains en ballon dégonflé		*Nénuphar.*
		Stries visibles		*Châtaigne.*
		Grains en calotte		*Sagou.*
	Hile longitudinal			*Sorgho.*
	Hile invisible.	Grains en calotte, la croix noire disparaît à 30°		*Bryone.*
		» avec tubérosités, la croix noire disparaît à 20°		*Grenadier.*
		» » à 40°		*Rhapontic.*

AMIDONS N'AYANT QUE DES GRAINS COMPOSÉS OU AYANT DES GRAINS SIMPLES MÉLANGÉS DE GRAINS COMPOSÉS (*Suite*).

Amidons ayant des grains composés de plus de 2 grains simples

de 2 à 3	Hile central punctiforme	La croix noire disparaît à 20°		Grains en calotte avec stries..		*Manioc.*
				Les petits grains ont moins de 3 μ		*Avoine.*
				» ont au moins 3 μ		*Rhubarbe.*
		»	» à 35°			*Belladone.*
	Hile étoilé.....	»	ne disparaît pas			*Pomme de terre.*
		»	disparaît à 35° ; grains piriformes			*Marron d'Inde.*
		»	» à 15° ; » sphériques			*Ratanhia.*
	Hile longitudinal	Grains allongés de 2 à 60 μ				*Arrow-root des Antilles.*
		» lenticulaires de 2 à 40 μ				*Froment.*
	Hile invisible....	Grains sphériques	La croix disparaît à 15°			*Arachide.*
			» » à 20°			*Ipéca*
			» » à 25°			*Raifort.*
		Grains ovoïdes	» » à 50°			*Cannelle de Chine.*
		» irréguliers	» » à 25°			*Salsepareille du Mexique.*
	Hile central punctiforme	» avec stries				*Arbre à pain.*
		» sans stries				*Gros chiendent.*
	Hile excentrique punctiforme : Grains ovoïdes					*Laurier.*
	Hile longitudinal : Grains réniformes de 8 à 50 μ					*Igname de Chine.*
de 2 à 4	La croix noire disparaît à 10°					*Asclépiade.*
	Hile invisible	» » à 30°				*Podophylle.*
		» » à 25°				*Aconit.*
		» » à 20°.	petits grains ayant au moins 4 μ			*Valériane.*
			» ayant moins de 4 μ			*Cannelle de Ceylan.*
de 2 à 5	Hile central punctiforme.....	Stries.	La croix noire disparaît à 35°			*Patate douce.*
	Hile excentrique punctiforme.	»	» » à 25°			*Seigle.*
	Hile invisible.....		» » à 30°			*Turbith.*
de 2 à 8	Hile central punctiforme.....		» » à 50°			*Noix de muscade.*
	Hile invisible		» » à 40°			*Millet blanc.*

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES CARACTÈRES DES AMIDONS

Numéros des planches	AMIDONS	Uniquement des grains simples	Grains composés ou mélangés de grains simples	Hile central punctiforme	Hile excentrique punctiforme	Hile excentrique longitudinal	Hile étoilé	Hile longitudinal	Grains sphériques	Grains lenticulaires	Grains ovoïdes	Grains allongés	Grains triangulaires	Grains polyédriques	Grains irréguliers	Grains mesurant de 1 à 10 μ	Grains mesurant de 1 à 20 μ	Grains mesurant de 1 à 30 μ	Grains mesurant de 1 à 40 μ	Grains mesurant de 1 à 50 μ	Grains mesurant de 1 à 60 μ	Grains mesurant de 1 à 70 μ	Grains mesurant plus de 70 μ	Visibilité des stries	Angle limite de visibilité de la croix noire en degrés	Champ brillant	Champ clair	Champ sombre	Réfringence à l'extinction
1	Noix d'Acajou	+	...	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	.....	..	5-20	....	.....	...	.....	...	...	..	30	....	+	....	....
2	Aconit (racine)	..	2-4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	.....	7-30	.....	...	.....	...	...	..	25	....	+	....	....
3	Arachide (graine)	..	3	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	.....	..	3-12	....	.....	...	.....	...	...	..	15	....	....	+	....
4	Arbre à pain (fécule du fruit)	..	2-4	+	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	.....	..	2-20	....	.....	...	.....	...	...	+	20	....	+	....	+
5	Arrow-root des Antilles (rhizome)	..	2-3	..	..	+	..	+	+	..	..	+	..	..	piriforme et en calotte	..	.....	....	.....	...	2-60	...	...	+	40	+	....	....	+
6	Arrow-root des Indes (rhizome)	+	...	+	..	..	..	..	..	..	..	+	..	+	+	..	.....	....	.....	...	10-60	...	...	+	25	....	+	....	....
7	Asclépiade (rhizome)	..	2-4	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	.....	..	.....	3-24	.....	...	.....	...	...	..	10	....	+	....	....
8	Avoine (gruau du fruit)	..	2-3	+	..	..	..	+	..	..	..	..	+	+	.....	..	.....	1-30	.....	...	.....	...	...	+	20	+	....	....	+
9	Banane (fécule du fruit)	+	...	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	en calotte	..	.....	....	7-38	...	.....	...	...	..	50	....	+	....	....
10	Belladone (racine)	..	2-3	+	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	+	..	.....	2-27	.....	...	.....	...	...	+	35	....	+	....	....
11	Bistorte (racine)	..	2	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	.....	..	3-17	....	.....	...	.....	...	...	..	25	....	+	....	....
12	Bryone (fécule de racine)	..	2	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	en calotte	..	2-14	....	.....	...	.....	...	...	..	30	+	....	....	....
13	Cacao (graine)	..	2	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	.....	..	2-19	....	.....	...	.....	...	...	..	20	....	+	....	....
14	Canna florifère (graine)	+	...	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	..	3-18	....	.....	...	.....	...	...	..	30	....	....	+	....
15	Canna oiseau de feu (rhizome)	+	...	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	..	.....	....	.....	...	6-56	...	...	+	40	....	+	....	....
16	Canne de Provence (rhizome)	+	...	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	..	2-18	....	.....	...	.....	...	...	..	10	....	....	+	....
17	Cannelle de Ceylan (écorce de tige)	..	2-4	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	.....	..	1-18	....	.....	...	.....	...	...	..	20	....	+	....	....
18	Cannelle de Chine (écorce de tige)	..	2-3	..	..	..	..	..	..	..	+	..	+	+	avec tubérosités	..	.....	....	3-33	...	.....	...	...	..	50	....	+	....	....
19	Châtaigne (farine de graine)	..	2	..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	+	+	..	.....	....	.....	...	1-54	...	...	+	25	....	+	....	....
20	Chiendent (gros) (rhizome)	..	2-4	+	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	.....	..	3-16	....	.....	...	.....	...	...	..	20	....	+	....	....
21	Cola (noix de) (graine)	..	2	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	..	.....	....	2-38	...	.....	...	...	..	50	+	....	....	....
22	Colombo (racine)	+	...	+	..	..	+	..	+	..	..	..	..	..	avec tubérosités	..	.....	....	11-37	...	.....	...	...	+	360	....	+	....	....

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES CARACTÈRES DES AMIDONS (SUITE)

Numéros des planches	AMIDONS	Uniquement des grains simples	Grains composés ou mélangés de grains simples	Hile central punctiforme	Hile excentrique punctiforme	Hile excentrique longitudinal	Hile étoilé	Hile longitudinal	Grains sphériques	Grains lenticulaires	Grains ovoïdes	Grains allongés	Grains triangulaires	Grains polyédriques	Grains irréguliers	Grains mesurant de 1 à 10 μ	Grains mesurant de 1 à 20 μ	Grains mesurant de 1 à 30 μ	Grains mesurant de 1 à 40 μ	Grains mesurant de 1 à 50 μ	Grains mesurant de 1 à 60 μ	Grains mesurant de 1 à 70 μ	Grains mesurant plus de 70 μ	Visibilité des stries	Angle limite de visibilité de la croix noire en degrés	Champ brillant	Champ clair	Champ sombre	Réfringence à l'extinction
23	Consoude (grande) (racine)	+	....	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	..	..	.....	....	....	3-26	.....	.....	....	....	....	..	30	..	+	..	...
24	Cubèbe (fruit)	+	....	+	..	..	..	..	+	..	..	.....	..	+	.....	....	2-16	....	.....	.....	....	....	....	+	20	..	+	.	...
25	Curcuma (rhizome)	+	....	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	....	....	5-30	.....	.....	....	....	....	..	0	+	..	..	...
26	Douce amère (tige)	+	....	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	3-10	....	....	.....	.....	....	....	....	..	20	..	+	..	...
27	Euphorbia Esula (latex)	+	....	..	..	..	..	..	..	..	..	.....	..	..	en bâtonnets	....	....	....	12-38	.....	....	....	....	..	...	..	..	..	...
28	Euphorbia splendens (latex)	+	....	..	..	..	..	..	..	..	..	.....	..	..	en haltère	....	....	....	.....	27 50	....	....	....	..	15	..	+	..	...
29	Fève (farine de graine)	+	....	..	..	..	..	+	..	..	+	+	..	..	.....	....	....	....	.....	4-50	....	....	....	+	50	..	+	..	...
30	Fougère mâle (rhizome)	+	....	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	1-10	....	....	.....	.....	....	....	....	..	20	..	+	..	...
31	Froment (graine)	..	2-3	..	..	..	..	+	..	+	..	.....	+	..	.....	....	....	....	2-40	.....	....	....	....	..	20	..	+	..	...
32	Galanga (rhizome)	+	....	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	en massue	....	....	....	3-33	.....	....	....	....	..	25	..	..	+	.
33	Gingembre (rhizome)	+	....	..	..	..	..	..	..	..	..	.....	..	..	+	....	....	....	3-33	.....	....	....	....	..	20	..	..	+	...
34	Grenadier (écorce de racine)	..	2	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	..	+	avec tubérosités	....	2-20	....	.....	.....	....	....	....	..	20	..	..	+	...
35	Guimauve (racine)	..	2	+	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	....	....	3-30	.....	.....	....	....	....	+	30	..	+	..	...
36	Haricot (farine de graine)	+	....	..	..	+	+	+	..	..	..	elliptoïdes	..	..	.....	....	....	....	.....	2-50	....	....	....	+	50	.	+	..	...
37	Haricot de Java	..	2	..	..	..	+	+	..	..	..	+	..	..	.....	....	....	....	.....	.....	2-60	....	....	..	360	..	+	..	...
38	Haricot blanc de Birmanie	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	....	....	....	.....	.....	....	....	....	..	360	..	+	..	...
38bis	Haricot rouge de Birmanie	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	.....	..	..	.....	....	....	....	.....	.....	....	....	....	..	360	..	+	..	...
39	Hydrastis canadensis (rhizome)	+	....	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	..	..	.....	....	2-16	....	.....	.....	....	....	....	..	20	..	..	+	...
40	Igname de Chine (tubercule)	..	2-4	..	..	..	..	+	..	..	..	+	..	..	réniforme	....	....	....	.....	8-50	....	....	....	+	40	+	..	..	...
41	Ipéca de Rio (racine)	..	2-3	..	..	..	..	..	+	..	..	.....	..	..	.....	2-10	....	....	.....	.....	....	....	....	..	20	..	+	..	...
42	Iris de Florence (rhizome)	..	2	..	+	..	..	..	..	..	..	+	..	..	+	....	....	....	.....	9-45	....	....	....	..	20	+	..	..	...
43	Jalap (racine)	..	2	..	..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	.....	....	....	....	2-38	.....	....	....	....	..	35	..	+	..	...

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES CARACTÉRES DES AMIDONS (SUITE)

Numéros des planches	AMIDONS	Uniquement des grains simples	Grains composés ou mélangés de grains simples	Hile central punctiforme	Hile excentrique punctiforme	Hile excentrique longitudinal	Hile étoilé	Hile longitudinal	Grains sphériques	Grains lenticulaires	Grains ovoïdes	Grains allongés	Grains triangulaires	Grains polyédriques	Grains irréguliers	Grains mesurant de 1 à 10 μ	Grains mesurant de 1 à 20 μ	Grains mesurant de 1 à 30 μ	Grains mesurant de 1 à 40 μ	Grains mesurant de 1 à 50 μ	Grains mesurant de 1 à 60 μ	Grains mesurant de 1 à 70 μ	Grains mesurant plus de 70 μ	Visibilité des stries	Angle limite de visibilité de la croix noire en degrés	Champ brillant	Champ clair	Champ sombre	Réfringence à l'extinction
44	Laurier (baie)	..	2-4	..	+	..	..	..	..	..	+	..	..	..	.....	.....	7-20	....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	20	..	+	..	..
45	Lentille (graine)	..	2	..	..	..	+	+	..	..	+	..	..	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	4-60	.....	.....	+	50	..	+	..	..
46	Maïs (fruit)	..	8	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	+	.....	.....	.....	.....	.....	2-45	.....	.....	.....	..	35	..	+	..	..
47	Manioc (fécule de racine)	..	2-3	+	+	..	..	+	+	..	..	..	..	..	en calotte	.....	.....	.....	1-35	.....	.....	.....	.....	+	20	..	+	..	..
48	Marronnier d'Inde (graine)	..	2-3	..	..	..	+	+	+	..	..	..	..	..	piriforme	.....	.....	.....	3-40	.....	.....	.....	.....	+	35	..	+	..	..
49	Millet blanc (graine)	..	2-8	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	+	.....	.....	4-14	.....	.....	.....	.....	.....	.....	..	40	+	..	..	..
50	Noix de Galle	+	...	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	avec tubérosités	.....	.....	.....	.....	10-41	.....	.....	.....	..	30	+	..	..	..
51	Noix de muscade (graine)	..	2-8	+	..	..	..	..	+	..	..	..	..	+	.....	.....	.....	6-24	.....	.....	.....	.....	.....	..	50	+	..	..	..
52	Nénuphar (rhizome)	..	2	..	..	..	+	..	..	..	+	..	..	..	en ballon dégonflé	.....	.....	.....	.....	.....	.....	2-68	.....	..	40	..	+	..	..
53	Orge (fruit)	+	...	+	+	..	..	..	+	..	+	..	..	..	.....	.....	.....	2-30	.....	.....	.....	.....	.....	+	25	..	+	..	..
54	Orge carrée de printemps	+	...	..	+	+	..	+	+	..	+	..	..	..	.....	.....	.....	2-30	.....	.....	.....	.....	.....	..	40	+	..	..	..
55	Patate douce (tubercule)	..	2-5	+	..	..	+	+	+	..	..	..	..	+	en calotte	.....	.....	.....	.....	1-41	.....	.....	.....	+	35	+	..	..	..
56	Patience (racine)	+	...	..	..	..	..	+	..	+	+	+	..	..	.....	.....	.....	2-28	.....	.....	.....	.....	.....	+	15	..	..	+	..
57	Podophylle (rhizome)	..	2-4	..	..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	.....	.....	.....	2-27	.....	.....	.....	.....	.....	..	30	..	+	..	..
58	Pois (graine)	+	...	..	..	..	..	+	..	..	..	+	..	..	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1-52	.....	.....	+	50	..	+	..	..
59	Pois chiche (graine)	+	...	..	..	..	..	+	..	..	..	+	..	..	.....	.....	.....	.....	3-32	.....	.....	.....	.....	..	25	..	+	..	..
60	Poivre long (fruit)	..	8	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	.....	infiniment petits 1-6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	..	25	..	+	..	..
61	Poivre noir (fruit)	..	8	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	.....		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	..	25	..	+	..	..
62	Polypode de chêne (rhizome)	+	...	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	avec tubérosités	.....	.....	.....	2-33	.....	.....	.....	.....	..	25	..	+	..	..
63	Pomme de terre (tubercule)	..	2-3	..	+	+	+	+	..	..	+	+	..	..	grosgrains éclatés	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	5-108	+	360	+	..	..	..
64	Quinquina rouge (écorce de tige)	+	...	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	.....	.....	2-14	.....	.....	.....	.....	.....	.....	..	25	..	+	..	..
65	Raifort (racine)	..	2-3	..	..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	.....	.....	2-14	.....	.....	.....	.....	.....	.....	..	25	..	+	..	..

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES CARACTÈRES DES AMIDONS (SUITE)

Numéros des planches	AMIDONS	Uniquement des grains simples	Grains composés ou mélangés de grains simples	Hile central punctiforme	Hile excentrique punctiforme	Hile excentrique longitudinal	Hile étoile	Hile longitudinal	Grains sphériques	Grains lenticulaires	Grains ovoïdes	Grains allongés	Grains triangulaires	Grains polyédriques	Grains irréguliers	Grains mesurant de 1 à 10 μ	Grains mesurant de 1 à 20 μ	Grains mesurant de 1 à 30 μ	Grains mesurant de 1 à 40 μ	Grains mesurant de 1 à 50 μ	Grains mesurant de 1 à 60 μ	Grains mesurant de 1 à 70 μ	Grains mesurant plus de 70 μ	Visibilité des stries	Angle limite de visibilité de la croix noire en degrés	Champ brillant	Champ clair	Champ sombre	Réfringence à l'extinction
66	Ratanhia (racine)		2-3				+	+	+										3-38					+	15		+		
67	Réglisse (racine)		2	+									+	+			2-20								15		+		
68	Rhapontic (racine)		2												+				2-33						16		+		
69	Rhubarbe de chine (rhizome)		2-3	+					+				+						3-34					+	20			+	
70	Riz (fruit)		8											+			1-15								20			+	
71	Sagou (mœlle de Sagus)		2	+			+	+	+						en calotte			1-30						+	30		+		
72	Sainfoin à deux coupes (graine)	+				+		+			+						2-14								15			+	
73	Salsepareille du Mexique (racine)		3												+		6-16								25		+		
74	Sarrasin (fruit)		8	+			+							+			2-20								20		+		
75	Saxifrage (bulbe)	+			+						+								2-37					+	40		+		
76	Scolopendre (rhizome)	+													+		5-14								20			+	
77	Seigle (fruit)		2-5		+		+	+	+		+												1-66	+	25		+		
78	Sorgho (fruit)		2					+							+				7-32						40		+		
79	Souchet long (rhizome)	+													+				4-36						10		+		
80	Squine (souche)	+					+	+							+					6-50					360		+		
81	Tormentille (rhizome)		2								+		+					2-30							20			+	
82	Turbith (racine)		2-5						+			+							2-40						30			+	
83	Valériane (racine)		2-4						+			+						1-22							20			+	
84	Vesce commune de printemps (graine)		2				+		+			+									6-55				360	+			
85	Zédoaire (rhizome)	+										+											7-77		40		+		

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Biot. — *Mémoires de l'Institut,* section des sciences (tome XII).
2. Duclaux. — Traité de Microbiologie, 1899, (tome II, p. 61.)
3. Flückiger. — *Z. Anal. Ch.* t. V, (p. 304.)
   Jahresber. d. Pharm. 1867 (p. 12.)
4. Haberlandt. — Physiologische Pflanzen anatomie,Leipsig,1884.
5. Kraemer. — *Botanical gazette,* n° 34, 1902.
6. A. Meyer. — *Bot. Zeitung* 39 : 841-857, 1881 ; 44 : 697, 713, 1886. Untersuchungen über die Stärkekörner, Iéna, 1895.
7. Moitessier. — *Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier* 1866, (p. 339).
8. Naegeli. — Pflanzenphysiologische Untersuchungen, die Stärkekörner, Zurich, 1858, Munich.
9. Payen. — *Annales des Sciences Naturelles,* 10 : 5, 65, 161, 1838-1839.
10. Pellerin. — Guide Pratique de l'expert chimiste en denrées alimentaires, 2e édition, 1910, (p. 572-573.)
11. Raspail. — *Annales des Sciences Naturelles,* (t. II), et *Journal des Sc. d'observation* , (t. III, p. 216.)
12. Rivot. — Note sur l'examen des farines et des pains, (*Ann. de chimie et de physique,* 3e série, t. XLVII, 1856, p. 60.)
13. Rodewald. — *Landwirtschaftliche Versuchs-Stationen,* (t. XLV, p. 201).
14. Saare. — *Jahresbericht,* 1844, (p. 1654.)
15. Sigalas. — Précis de Physique appliquée à la Pharmacie (2e édition, p. 537.)
16. Syniewski. — *Liebig' s. Annalen,* (t. 309. p. 282.)
17. Tollens. — Les Hydrates de carbone, 1896.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Introduction	VII
Historique	1
Considérations générales sur les amidons	4
Forme des grains d'amidon	7
Forme sphérique	10
Forme lenticulaire	12
Forme ovoïde	13
Forme allongée	14
Forme triangulaire	15
Forme polyédrique	16
Formes irrégulières	17
Grains composés	18
Grandeur des grains d'amidon	20
Dimensions maxima et minima	21
Forme et emplacement du hile	26
Hile central	27
Hile punctiforme	27
Hile longitudinal	28
Hile étoilé	29
Hile excentrique	30
Stries	31
Examen des grains d'amidon en lumière polarisée	33
Phénomène de la croix noire. Limite de sa visibilité dans les différents genres	34
Densité des amidons	41
Caractères de chaque amidon	47
Planches	65
Index des planches	93
Conclusions	96
Tableau synoptique I : grains n'ayant que des grains simples	98
— — II: grains n'ayant que des grains composés ou ayant des grains simples mélangés de grains composés	100
Tableau récapitulatif des caractères des amidons	102
Index bibliographique	106